D. E. RAVALICO

SERVIZIO RADIOTECNICO

Volume 1° 2ª Edizione

MISURE E STRUMENTI

PER IL COLLAUDO E RIPARAZIONE DEI MODERNI APPARECCHI RADIO

ULRICO HOEPLI EDITORE MILANO

Dello stesso Autore:

LE RECENTI CONQUISTE DELLE SCIENZE FISICHE - Sonzogno, Milano, 1918.

RADIOTELEFONIA - Lattes, Torino, 1920. (Esaurito)

COME SI COSTRUISCONO I RADIO-RICEVITORI - Trieste, 1924. (Esaurito)

LA TELEFONIA SENZA FILI PRATICA - Cappelli, Bologna, 1926. (Esaurito)

PRODIGI E MISTERI DELLE RADIO-ONDE (tradotto in tedesco, boemo, polacco e giapponese) - Seconda edizione - Bompiani, Milano, 1935.

IL RADIOLIBRO - Quinta edizione (tradotto in spagnolo). Hoepli, Milano, 1940-XVIII.

LA MODERNA SUPERETERODINA - Quarta edizione (tradotto in spagnolo). Hoepli, Milano, 1941-XIX.

SERVIZIO RADIOTECNICO - Volume II: « Radio-riparazioni e note di servizio ». Hoepli, Milano, 1941-XIX.

SERVIZIO RADIOTECNICO

VOLUME PRIMO

D. E. RAVALICO

SERVIZIO RADIOTECNICO

VOLUME SECONDO

RADIO RIPARAZIONI

257 figure - V tabelle
50 schemi -
50 note di servizio

EDITORE - ULRICO HOEPLI - MILANO

1941, in-16 gr., di pagine XII-366 . . . netto Lire 26

D. E. RAVALICO

SERVIZIO RADIO TECNICO

VOLUME PRIMO

MISURE E STRUMENTI PER IL COLLAUDO E LA RIPARAZIONE DEI MODERNI APPARECCHI RADIO

SECONDA EDIZIONE AGGIORNATA

268 figure - II tabelle
75 schemi di strumenti di misura e di collaudo

EDITORE — ULRICO HOEPLI — MILANO — 1941-XIX

TUTTI I DIRITTI SONO RISERVATI

Industrie Grafiche Italiane STUCCHI - Milano, Via Marcona 50
Stampato in Italia (*Printed in Italy*)

INDICE DEI CAPITOLI

PARTE PRIMA

MISURE

CAPITOLO PRIMO

MISURE DI TENSIONI E DI CORRENTI CONTINUE

Pag.

1. Il voltmetro e l'amperometro 3
2. Categorie di voltmetri 6
3. Errori di misura con voltmetri a bassa resistenza 8
4. Voltmetri a più portate 12
5. Estensione della portata dei voltmetri 14
6. Estensione delle portate dei milliamperometri 15
7. Strumento per la misura di tensioni e di correnti continue . 16

CAPITOLO SECONDO

MISURE DI RESISTENZE

8. Le resistenze e la legge di Ohm 18
9. Misure di resistenze con il voltmetro 18
10. L'ohmmetro 23
11. Misure di resistenze di basso valore 27
12. Taratura degli ohmmetri 30
13. Riduzione della portata degli ohmmetri 31
14. Esempio di ohmmetri a due portate 34
15. Esempi di ohmmetri 37
16. Misura delle resistenze con il ponte 42
17. Esempio di ohmmetro per radioriparatori 48
18. Esempio di ohmmetro alimentato in alternata 52

CAPITOLO TERZO

MISURE DI TENSIONI, CORRENTI E RESISTENZE CON STRUMENTI MULTIPLI

Pag.
19. Esempio di strumento volt-ohmmetro 54
20. Semplice strumento per la misura di tensioni e di resistenze. 56
21. Esempio di volt-ohm-milliamperometro 57
22. Strumento per tensioni, correnti e resistenze 59
23. Voltmetro-amperometro-ohmmetro Allocchio, Bacchini e C. mod. 2157 60
24. Voltmetro-amperometro-ohmmetro Weston mod. 663 . . 63

CAPITOLO QUARTO

MISURE DI TENSIONI E CORRENTI ALTERNATE

25. Voltmetri per corrente alternata 64
26. Raddrizzatori ad ossido 65
27. Strumenti con raddrizzatore 66
28. Volt-milliamperometro per corrente continua e alternata . 71
29. Ohmmetro-voltmetro-milliamperometro per corrente continua e alternata 73
30. Esempio di misuratore universale 74
31. Misuratore universale Weston mod. 772 76
32. Misuratore universale G. G. Universal modello 172 . . . 81

CAPITOLO QUINTO

MISURE DI CAPACITÀ

33. Prova dei condensatori 83
34. Principio di funzionamento dei capacimetri 83
35. Costruzione di capacimetro a lettura indiretta 87
36. Capacimetro per condensatori elettrolitici 93
37. Principio dei ponti di capacità 97
38. Ponti di capacità per condensatori elettrolitici 102
39. Capacimetro a ponte per la misura di qualsiasi tipo di condensatore 106

CAPITOLO SESTO

MISURE DI TENSIONE E DI CORRENTE CON IL VOLTMETRO A VALVOLA

Pag.
40. Caratteristiche principali del voltmetro a valvola 116
41. Esempio di semplice voltmetro a valvola 121
42. Voltmetro a valvola a «zero falso» 122
43. Voltmetro a valvola con alimentazione in alternata . . . 124
44. Voltmetro a valvola General Radio modello 726 A 128

PARTE SECONDA

ANALISI E CONTROLLI

CAPITOLO SETTIMO

ANALISI DELLE TENSIONI NEGLI APPARECCHI RADIO

45. Controllo delle tensioni 133
46. Tensioni ai condensatori livellatori 137
47. Misure di tensione anodica e di tensione catodica 141
48. Misure di tensione negativa di griglia della valvola finale . 144
49. Misura della tensione di griglia schermo 150

CAPITOLO OTTAVO

ANALISI DELLE RESISTENZE NEGLI APPARECCHI RADIO

50. Ricerca di interruzioni 154
51. Esame delle resistenze. Analisi a freddo 157
52. Controllo dei ricevitori con l'ohmmetro 159
53. Analisi «da punto a punto» 162

CAPITOLO NONO

STRUMENTI ANALIZZATORI

54. Scopo degli strumenti analizzatori 164
55. Principio di funzionamento degli analizzatori 165
56. Il più semplice analizzatore 166

Pag.

57. Prese d'innesto ed adattatori 168
58. Esempio di analizzatore a commutatore 171
59. Esempi di analizzatori a punto libero 173
60. Tabella per l'analisi di radioricevitori 176
61. Disposizione degli elettrodi nelle valvole di tipo americano (figure da 146 a 149) 181
62. Inversori di polarità e inseritori di portata 185
63. Commutatori bipolari 188
64. Analizzatore Allocchio, Bacchini e C. modello 1871 . . . 189
65. Analizzatore Weston mod. 698 192

CAPITOLO DECIMO

IL CONTROLLO DELLE VALVOLE

66. Il controllo delle valvole radio e gli strumenti provavalvole . 194
67. Provavalvole ad emissione 195
68. Provavalvole ad emissione ed a lettura diretta 197
69. Controllo dei cortocircuiti 203
70. Controllo dei cortocircuiti con la lampadina al neon . . . 207
71. Esempio di provavalvole ad emissione 208
72. Prova della conduttanza mutua delle valvole 213
73. Caratteristiche dei provavalvole 216
74. Prova delle valvole raddrizzatrici biplacche 219
75. Prova delle valvole con doppio diodo 220
76. Controllo del vuoto 221
77. Esempio di provavalvole a conduttanza mutua 222
78. Provavalvole con raddrizzatore 226
79. Controllo delle valvole con zoccolo « octal » 227

CAPITOLO UNDICESIMO

STRUMENTI PROVAVALVOLE

80. Provavalvole Weston 230
81. Provavalvole Allocchio, Bacchini e C. modello 1872 . . . 238
82. Provavalvole G. B. 31 240

PARTE TERZA

TARATURE

CAPITOLO DODICESIMO

IL GENERATORE DI SEGNALI

Pag.

83. Caratteristiche dei generatori di segnali. Oscillatore modulato 243
84. Produzione di oscillazioni a radiofrequenza 244
85. L'oscillatore, il modulatore e l'attenuatore 248
86. Il modulatore ad audiofrequenza 250
87. Sistemi di modulazione 253
88. Valvole oscillatrici-modulatrici 257
89. Generatori di segnali ad automodulazione 261
90. Esempio di semplice generatore di segnali, ad una sola valvola 263
91. Produzione di armoniche 264
92. L'attenuazione del segnale 266
93. Esempio di generatore di segnali a tre valvole 271
94. Taratura del generatore di segnali 277

CAPITOLO TREDICESIMO

L'OSCILLATORE MODULATO

95. Oscillatore modulato Pontremoli modello E. P. 1 282
96. Oscillatore modulato Pontremoli modello E. P. 202 . . . 282
97. Oscillatore modulato MI AL modello 540 A 286
98. Oscillatore modulato C. G. E. modello 906 288
99. Oscillatore modulato G. G. Universal modello 972 290
100. Oscillatore Allocchio, Bacchini e C. modello 1633 . . . 290
101. Oscillatore modulato Siemens modello 107.608 294
102. Generatore di segnali RCA mod. TMV 97 C 295
103. Generatore di segnali RCA mod. 153 299
104. Generatore di segnali General Radio modello 684 A . . . 299
105. Generatori a battimenti 302

CAPITOLO QUATTORDICESIMO

MISURATORI D'USCITA

106. Misura della potenza utile dei ricevitori 306
107. Indicatore d'uscita al neon 308
108. Indicatore ottico d'uscita 309

pag.
109. Uso di milliamperometro quale indicatore d'uscita . . . 310
110. Misuratore d'uscita a cristallo 312
111. Misuratore d'uscita con raddrizzatore a valvola 313
112. Misuratore d'uscita Allocchio, Bacchini e C. mod. 1658. 314
113. Misuratore d'uscita Weston mod. 571 315
114. Misuratore d'uscita Weston mod. 695 318

CAPITOLO QUINDICESIMO

L'OSCILLOGRAFO A RAGGI CATODICI

115. Principio di funzionamento dell'oscillografo a raggi catodici 320
116. Categorie di oscillografi 323
117. Produzione della traccia luminosa 325
118. Esame di forma d'onda con l'oscillografo 328
119. Comandi principali dell'oscillografo 330
120. Uso dell'oscillografo per l'allineamento dei radio ricevitori. 332
121. Uso dell'oscillografo per la messa a punto di amplificatori a bassa frequenza 334

INDICE ALFABETICO 341

PARTE PRIMA

MISURE

CAPITOLO PRIMO

MISURE DI TENSIONI E DI CORRENTI CONTINUE

1. Il voltmetro e l'amperometro.

Per misurare le tensioni, ossia le differenze di potenziale, si adopera il *voltmetro* e si usa per unità di misura il *volt* (V).

Il voltmetro si basa sul principio per cui variando la tensione applicata ai capi di una resistenza costante, varia proporzionalmente anche l'intensità della corrente che la attraversa. Ad ogni variazione della tensione applicata corrisponde una variazione proporzionale dell'intensità della corrente. Il voltmetro non misura direttamente le tensioni ma soltanto le correnti. È soltanto la sua scala che è graduata in volt anzichè in ampere (fig. 1).

Per misurare le correnti si adopera l'amperometro e si usa per unità di misura l'*ampere* (A) (pron. ampèr). Per le correnti molto deboli si adopera il milliamperometro e si usa per unità di misura il *milliampere* (mA). Per la misura delle correnti presenti nell'apparecchio radio si usa quasi esclusivamente il milliamperometro (fig. 1).

La figura 2 indica la scala di un milliamperometro da 1 mA. Quando viene attraversato da una corrente di 1 mA, la sua lancetta va al limite della scala. Collocando in serie a questo milliamperometro una resistenza di 100 000 ohm, lo si può usare per la misura delle tensioni sino a 100 V

ossia diventa un voltmetro con scala massima di 100 V, (fig. 3).

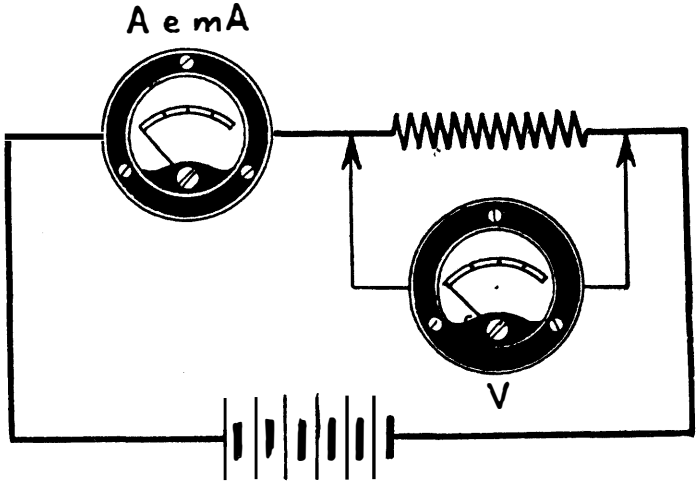


Fig. 1. - Come si adopera il voltmetro (V) e come si usa l'amperometro (A) o il milliamperometro (mA).

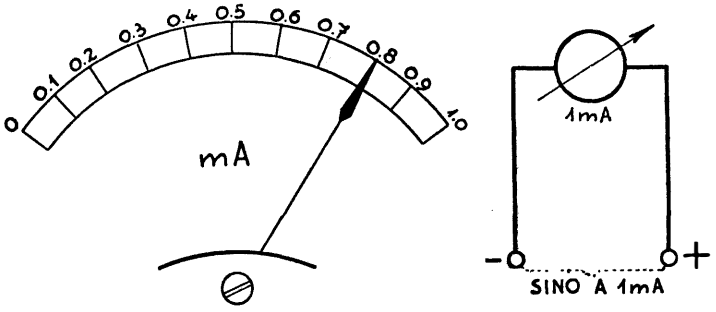


Fig. 2. - Milliamperometro da 1 mA e relativa scala.

Per la Legge di Ohm ($I = V : R$), l'intensità di corrente = tensione : resistenza. Applicando la tensione di

100 V ad una resistenza di 100 000 ohm essa sarà percorsa da una corrente di 1 mA (ossia 0.001 A). Nel caso della fi-

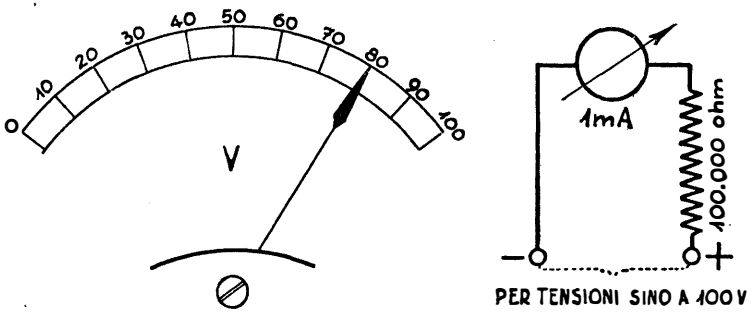


Fig. 3. - Lo stesso milliamperometro di fig. 2 può venir usato quale voltmetro mediante una resistenza fissa in serie.

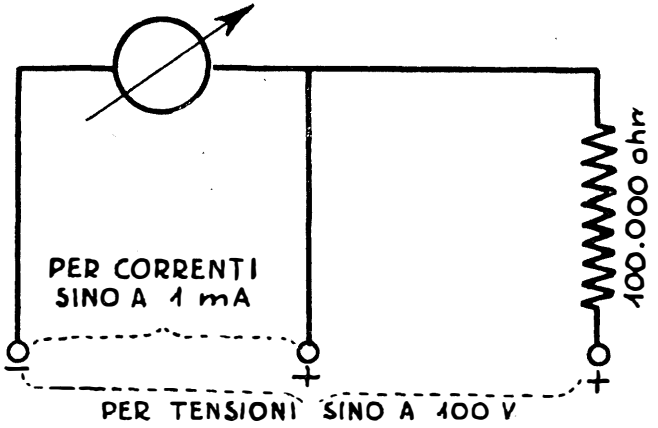


Fig. 4. - Schema di strumento per la misura di correnti sino a 1 mA, e di tensioni sino a 100 V.

gura 3, la resistenza di 100 000 ohm è già collocata nell'interno dello strumento, e la sua scala è perciò graduata in volt.

La figura 4 indica come si può utilizzare un milliamperometro da 1 mA per la misura di correnti sino ad 1 mA e per quella di tensioni sino a 100 V. È chiaro che sostituendo la resistenza di 100 000 ohm con altra di diverso valore si possono misurare gamme di tensioni maggiori o minori. La resistenza di 1 megaohm (= 1 000 000 ohm) consente di misurare tensioni sino a 1000 V. Quella di 1000 ohm consente di misurare tensioni sino a 1 V e così via.

Non è opportuno misurare piccole tensioni con un voltmetro adatto per misura di tensioni molto elevate. È difficile poter leggere una tensione di 10 V con un voltmetro adatto per 1000 V massimi, ciò perchè la sua lancetta subirà uno spostamento piccolissimo e insufficiente per ottenere una lettura esatta. Conviene usare voltmetri con diverse portate, ossia provvisti di diverse resistenze, come nell'esempio di fig. 9.

2. Categorie di voltmetri.

L'esattezza di un voltmetro è tanto maggiore quanto più sensibile il milliamperometro usato. Se per realizzare il voltmetro di figura 2 fosse stato usato un milliamperometro della portata massima di 0,5 mA, ne sarebbe risultato uno strumento più preciso. In tal caso per tensioni sino a 100 V sarebbe occorsa una resistenza di 200 000 ohm anzichè quella di 100 000, e ciò sempre per la legge di Ohm. Se invece fosse stato usato un milliamperometro da 10 mA, ne sarebbe risultato un voltmetro poco preciso, e per misurare 100 V sarebbe risultata sufficiente una resistenza di 10 000 ohm.

IL VALORE «OHM PER VOLT».

Nel caso dei voltmetri, invece di riferirsi alla corrente massima che può indicare il loro milliamperometro, per classificarli si usa segnare sul loro quadrante il valore *ohm per volt*. La figura 5 indica tre milliamperometri, uno da 0,5 mA, l'altro da 1 mA e il terzo da 10 mA. Per poter misurare un volt con quello da 0,5 mA occorre una resistenza in serie

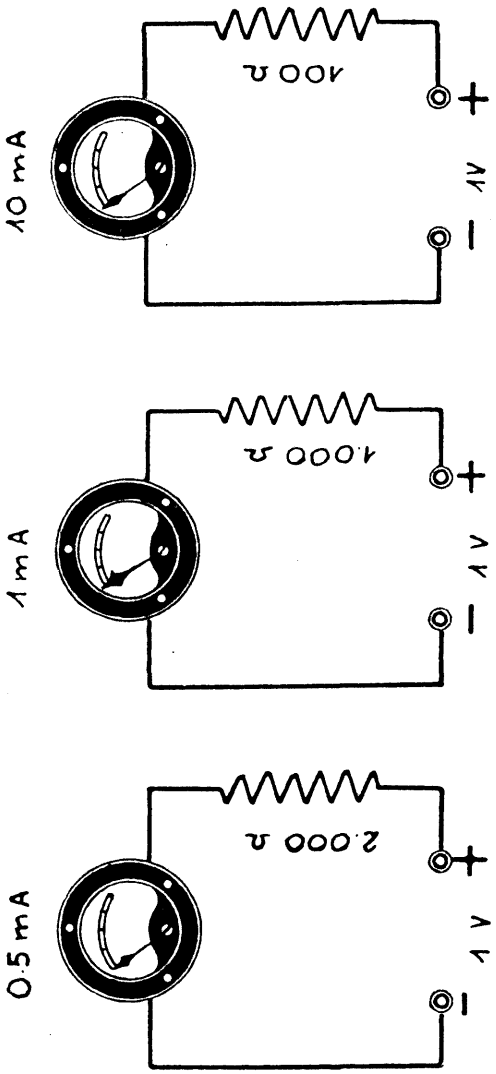


Fig. 5. - Il valore «ohm per volt» è determinato dal valore della resistenza in serie necessario per ottenere la misura di 1 volt.

di 2000 ohm, con quello da 1 mA occorre una resistenza di 1000 ohm e con quello da 10 mA occorre una resistenza di 100 ohm. Perciò i voltmetri molto precisi che contengono un milliamperometro da 0,5 mA si dicono « *a duemila ohm per volt* », quelli con milliamperometro da 1 mA si dicono « *a mille ohm per volt* » e infine quelli con milliamperometro da 10 mA si dicono « *a cento ohm per volt* ».

Nessun voltmetro di questo tipo indica l'esatta tensione esistente, tutti indicano tensioni *inferiori al vero*. Questo errore è tanto maggiore quanto minore è il valore ohm per volt dello strumento usato. In pratica i voltmetri a meno di 500 ohm per volt non possono venir usati per misure su apparecchi radio. Sono perfettamente sufficienti quelli con mille o duemila ohm per volt. I voltmetri con resistenza di diecimila o ventimila ohm per volt sono spesso troppo delicati, e vanno usati solo per speciali misure.

RESISTENZA INTERNA DEI VOLTMETRI.

Sono detti voltmetri *a bassa resistenza* quelli con 500 ohm per volt, o meno, *ad alta resistenza* quelli con 1000 o 2000 ohm per volt, *ad altissima resistenza* quelli con 10 000 o più ohm per volt.

Per resistenza *interna di un voltmetro* s'intende la sua portata massima in volt moltiplicata per il suo valore ohm per volt.

Se non si conosce il valore *ohm per volt* di un voltmetro occorre applicare ad esso la tensione massima misurabile, indicata dalla scala, e misurare la corrente assorbita. Il valore ohm per volt è quindi dato da 1 diviso la corrente misurata in ampere. Esempio: se l'intensità della corrente misurata è di 1 mA, si ottiene 1 : 0,001 = 1000.

3. Errori di misura con voltmetri a bassa resistenza

Per poter constatare l'entità degli errori introdotti nelle misure con voltmetri a bassa resistenza è utile l'esempio seguente. La figura 6 illustra, in *A*, due resistenze di 10 000 ohm ciascuna, poste in serie, e ai capi delle quali è applicata la tensione di 300 volt. Essendo eguali, ai capi di ciascuna di esse esiste la tensione di 150 V. Se si misura tale tensione con un voltmetro da 100 ohm per volt, esso in-

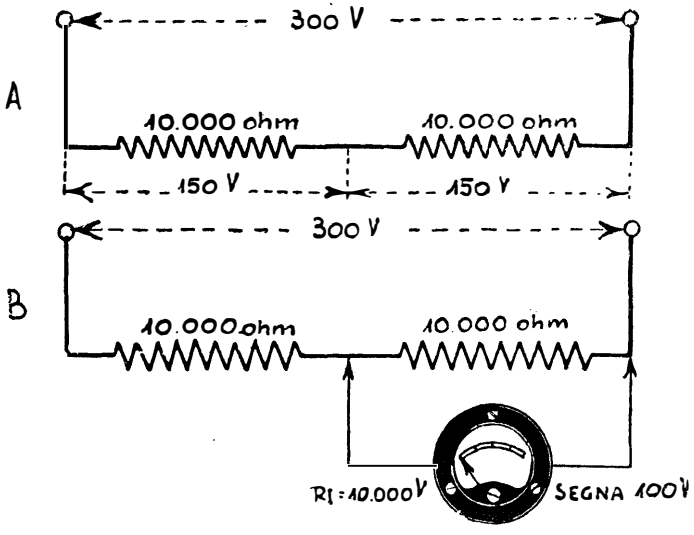


Fig. 6. - Pur essendo di 150 V la tensione ai capi della resistenza a destra (in assenza del voltmetro), il voltmetro a bassa resistenza indica solo 100 V.

dica soltanto 100 V. L'errore è elevatissimo, e la lettura completamente sbagliata.

È facile constatare come ciò avvenga. La resistenza interna dello strumento è di 10 000 ohm, essendo la sua portata massima di 100 V e il suo valore ohm per volt di 100.

Nella figura 7 il voltmetro è indicato semplicemente da una resistenza di 10 000 ohm.

Due resistenze eguali in parallelo si comportano come

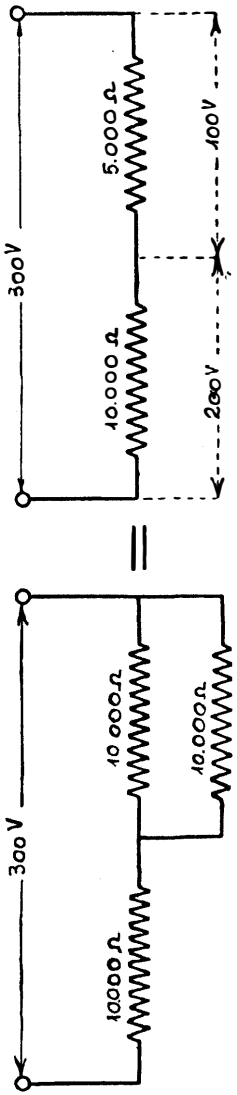


Fig. 7. - Una resistenza di 10 000 ohm sostituisce il voltmetro indicato dalla fig. 6 B.

una resistenza unica di metà valore. Nel caso nostro la resistenza di 10 000 ohm, data l'applicazione del voltmetro, si comporterà come se il suo valore fosse sceso a 5000 ohm. Osservando la figura è evidente che in tal modo solo una terza parte della tensione di 300 V viene indicata dal voltmetro.

Usando un voltmetro a 500 ohm per volt anzichè a 100 ohm per volt, invece dei 150 V esistenti si leggerebbero 140 V. L'errore è ancora sensibilissimo, ma è già alquanto minore di quello dovuto al voltmetro precedente.

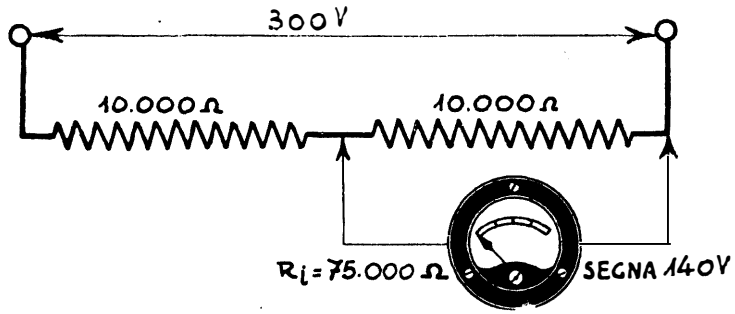


Fig. 8. - Con un voltmetro a resistenza interna più elevata si ottiene una misura più precisa.

La scala dello strumento usato essendo di 150 volt è il valore ohm per volt di 500, la sua resistenza interna è di 75 000 ohm (fig. 8). Collocando una resistenza di 75 000 ohm in parallelo con altra di 10 000 ohm, si ottiene una resistenza complessiva di 8800 ohm circa. Infatti:

$$\frac{10\,000 \times 75\,000}{10\,000 + 75\,000} = 8800.$$

La resistenza totale del circuito è perciò di 18 000 ohm, e la corrente presente in esso è di 300 volt : 18 000 = 0.0159 ampere. Ai capi della resistenza di 8800 ohm (ossia della

resistenza di 10 000 ohm con in parallelo il voltmetro di 75 000 ohm) deve essere di $0.0159 \times 8800 = 140$ volt circa.

Usando un voltmetro a 1000 ohm per volt, della portata massima di 150 volt, ossia con resistenza interna di 150 000 ohm, si sarebbe ottenuta una misura pochissimo inferiore ai 150 volt reali. L'errore in tal caso sarebbe stato praticamente trascurabile.

Quando si provvede ad una misura con un voltmetro a bassa resistenza, occorre tener presente che l'errore è *tanto minore quanto più grande è la scala usata.* Se la tensione di 150 V fosse stata misurata con un voltmetro a 500 ohm per volt e scala sino a 1000 V, si sarebbero letti praticamente 150 V e l'errore sarebbe stato evitato. Questo appunto perchè la resistenza interna dello strumento sarebbe stata di 500 000 ohm.

4. Voltmetri a più portate.

Il voltmetro necessario per la misura delle tensioni continue esistenti in un apparecchio radio deve disporre di più portate. La portata più usata è quella di 300 V fondo scala, ma sono utilissime anche le portate inferiori di 3 V e di 100 V nonchè quella sino a 1000 V. La figura 9 indica come può venir realizzato un voltmetro con queste quattro portate.

Il milliamperometro è del tipo da 1 mA. I milliamperometri di diversi costruttori hanno anche diversa resistenza, ma essa non ha importanza, essendo alquanto piccola, sicchè può venir trascurata del tutto. Occorre che il quadrante dello strumento sia ampio, in modo da poter ottenere delle letture facili. Le quattro resistenze necessarie sono quelle indicate dalla figura. Occorre siano tarate con tolleranza del 1 % o al massimo del 2 %.

La massima intensità di corrente che le resistenze devono sopportare è di 1 mA. Se si vuole ottenere qualche altra

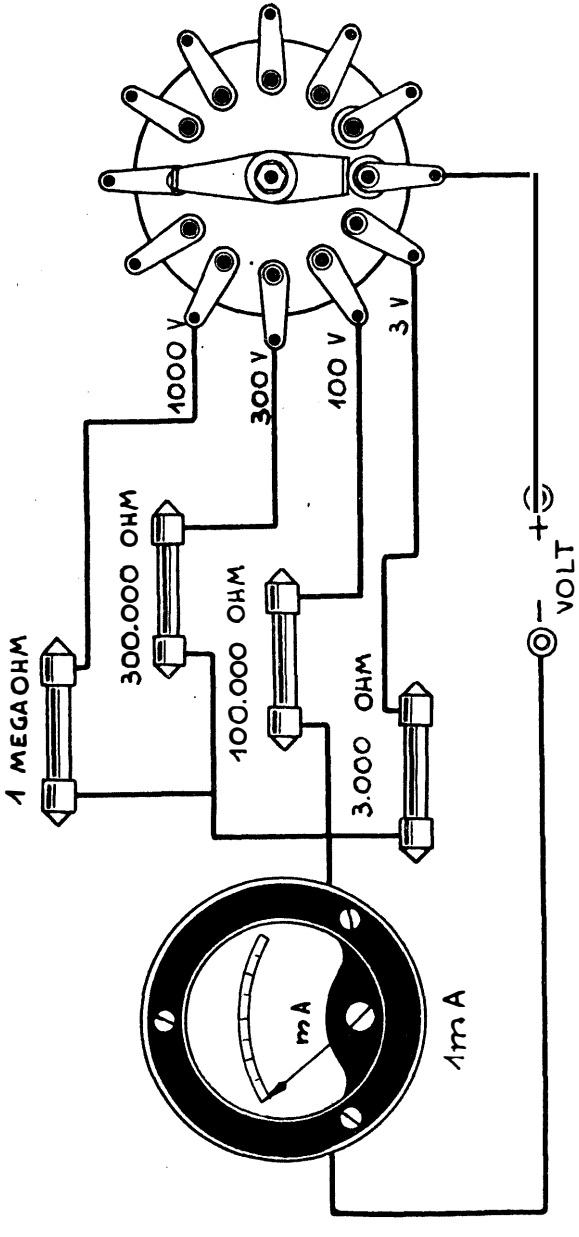


Fig. 9. - Schema di voltmetro a quattro portate ottenuto mediante milliamperometro da 1 mA.

portata, il valore della nuova resistenza è dato dai volt richiesti a fondo scala moltiplicati per 1000.

Per il passaggio da una portata all'altra è usato un comune commutatore rotante. Lo si può eliminare, con una presa esterna per ciascuna portata, come in figura 10. In questa figura è anche indicata una seconda disposizione delle

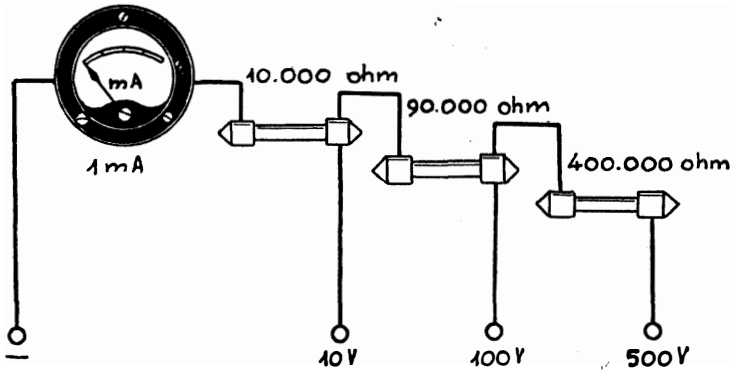


Fig. 10. - Schema di voltmetro a 3 portate, con resistenze in serie.

5. Estensione della portata dei voltmetri.

resistenze, che sono disposte in serie, sicchè va considerata la loro somma.

Dato che la portata dei voltmetri è determinata dal valore della resistenza in serie allo strumento di misura, basta aumentare questa resistenza, ossia aggiungerne un'altra in serie, per aumentare la loro portata. Si tratta di calcolare la resistenza necessaria. Chiamandola *Rs*, la si può ottenere dalla relazione:

$$R_s = \text{ohm per volt} \times \text{portata da aument.} \times (n - 1)$$

dove *n* è il rapporto di moltiplicazione. Se si vuol estendere da 50 V a 300 V la portata di un voltmetro a 1000 ohm per

volt, basta aggiungere in serie ad esso una resistenza di 250 000 ohm (fig. 11). Il rapporto di moltiplicazione è in tal caso 6 ed è dato da 300 : 50.

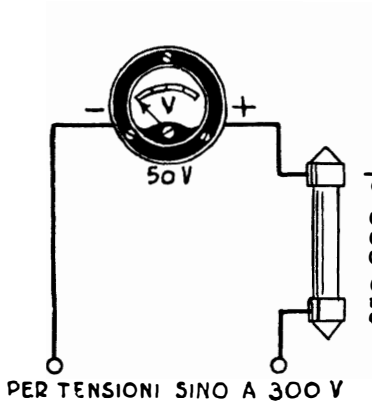


Fig. 11. - Come aumentare la portata dei voltmetri.

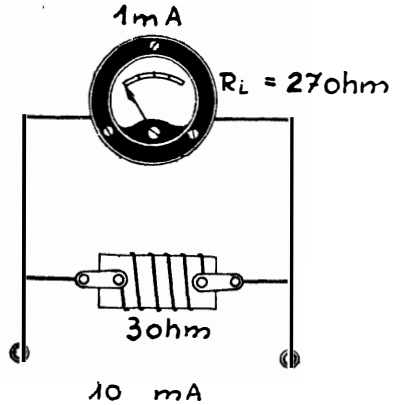


Fig. 12. - La portata dei milliamperometri può venir aumentata con una adeguata resistenza in parallelo.

6. Estensione delle portate dei milliamperometri.

Per estendere la portata dei milliamperometri occorre collocare in parallelo ad essi (fig. 12), una resistenza adeguata alla loro resistenza interna. Per *resistenza interna dei milliamperometri* s'intende la resistenza della loro bobina mobile. Chiamando *Rp* la resistenza da collocare in parallelo allo strumento per estenderne la portata, il suo valore può venir calcolato con la relazione:

$$Rp = \frac{\text{resistenza interna}}{\text{rapporto di moltiplicazione} - 1}$$

Se la resistenza interna dello strumento è di 27 ohm (come nel caso del milliamperometro Weston da 1 mA

mod. 301) e se si vuol estendere la sua portata da 1 mA a 10 mA, occorre collegare in parallelo ad esso una resistenza di 3 ohm, essendo 27 : (10 — 1) = 3.

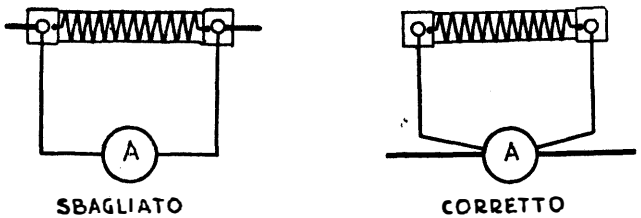


Fig. 13. - Come va collegata la resistenza in parallelo allo strumento.

7. Strumento per la misura di tensioni e di correnti continue.

Come è stato indicato per i voltmetri a più portate (figura 9), altrettanto si può fare con i milliamperometri a più portate. Basta calcolare le varie resistenze moltiplicatrici e includerle mediante un commutatore rotante. Inoltre dato che sia per la misura delle tensioni come per quella delle correnti si adopera sempre lo stesso milliamperometro, si può adoperare anche lo stesso commutatore, ne risulta in tal modo uno strumento per la misura di tutte le tensioni e tutte le correnti continue presenti in un apparecchio radio. Tale strumento di misura è illustrato dalla figura 14. È di facile realizzazione. La precisione delle letture milliamperometriche è condizionata dal perfetto contatto delle prese del commutatore. Un contatto cattivo può alterare notevolmente il valore delle resistenze moltiplicatrici e falsare le letture.

Nel capitolo settimo è detto come si utilizza il voltmetro per il controllo delle tensioni presenti nei radio-ricevitori.

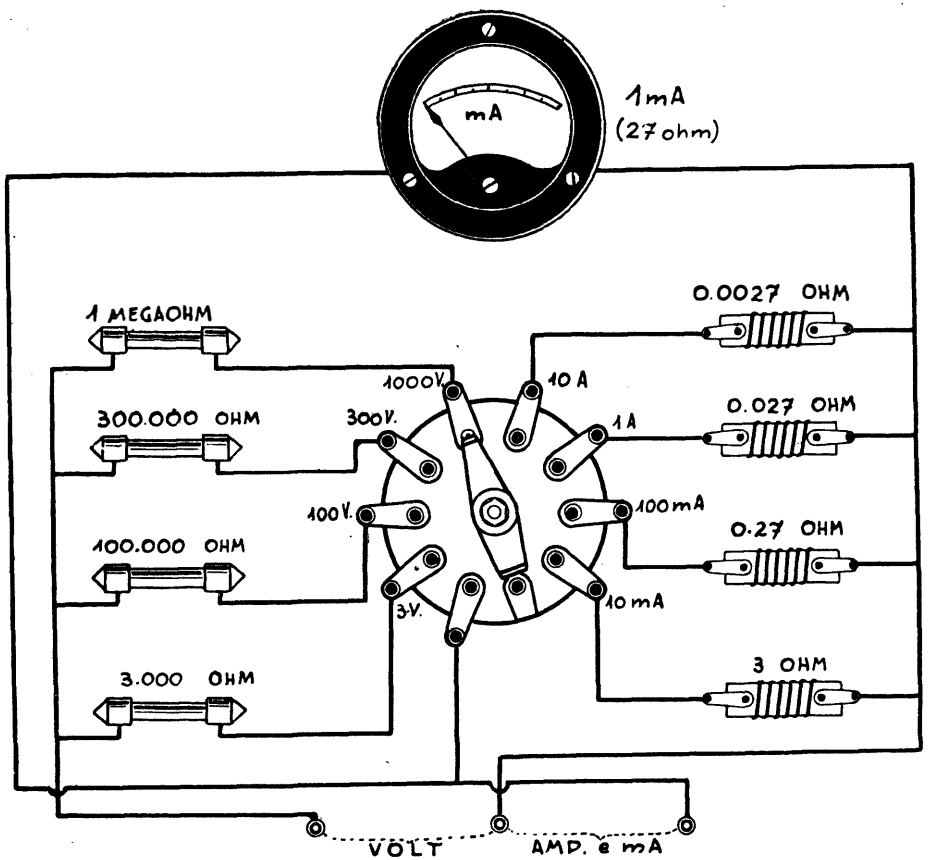


Fig. 14. - Schema di strumento per la misura di tensioni e di correnti continue.

CAPITOLO SECONDO

MISURE DI RESISTENZE

8. Le resistenze e la legge di Ohm.

L'unità di misura delle resistenze è l'ohm (Ω). Per le resistenze di valore elevato si usa il megaohm (MΩ), che corrisponde al milione di ohm. Gli altri multipli o sottomultipli dell'ohm sono poco usati, almeno nella pratica degli apparecchi radio.

Per la Legge di Ohm, il valore di una resistenza è dato dalla tensione in volt applicata ai suoi capi divisa per l'intensità in ampere della corrente che scorre in essa. Ossia:

$$\text{Resistenza} = \frac{\text{Tensione}}{\text{Corrente}}; \quad 1 \text{ ohm} = \frac{1 \text{ volt}}{1 \text{ ampere}}; \quad R = \frac{V}{I}.$$

9. Misure di resistenze con il voltmetro.

Uno dei metodi più semplici per la misura delle resistenze, di valore non molto piccolo, è quello del voltmetro, quando si abbia a disposizione una sufficiente tensione continua, che può essere quella fornita da una batteria di pile.

Il voltmetro viene collegato in serie alla resistenza da misurare (fig. 15) e la sua resistenza interna si aggiunge in tal modo a quella sconosciuta. Occorre che la resistenza interna dello strumento sia nota. Essa è determinata, (si veda il par. 2), dal valore *ohm* per *volt* moltiplicato per la portata massima in volt.

Nella figura 15 è indicata una batteria di pile di 50 V in serie con la resistenza da misurare e un voltmetro la cui

portata massima è di 50 V, a mille ohm per volt. La resistenza dello strumento è quindi di 50 000 ohm.

Le due resistenze, quella di misurare e quella del voltme-

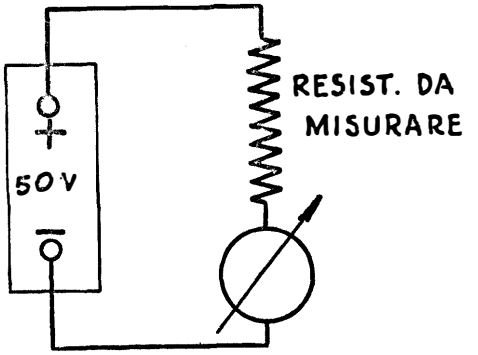


Fig. 15. - Uso del voltmetro per misure di resistenza.

tro, formano un divisore di tensione ai cui capi sono applicati 50 volt. Il voltmetro indica la tensione esistente ai capi della

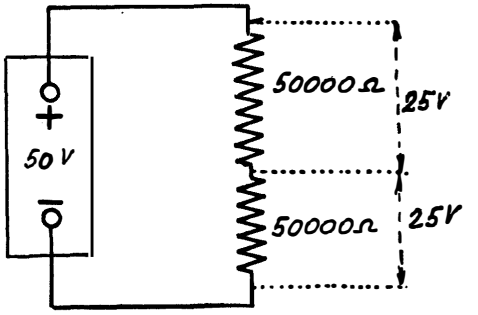


Fig. 16. - Il voltmetro di fig. 15 è sostituito da una resistenza di 50000 ohm.

sua resistenza interna, e ciò permette di calcolare con facilità il valore della resistenza sconosciuta.

Se, come indica la figura 16, il valore della resistenza da

misurare, R_x, è pure di 50 000 ohm, il divisore di tensione è costituito da due resistenze di 50 000 ohm ciascuna, quindi ai capi di ciascuna sarà presente la metà della tensione disponibile, ossia dovrà essere presente la tensione di 25 volt. Lo strumento indicherà la tensione di 25 volt, e ciò dimostrerà che la sua resistenza interna è eguale a quella da misurare (R_x).

CALCOLO DELLA RESISTENZA SCONOSCIUTA.

Per conoscere la resistenza R_x si adopera la seguente semplice formula:

$$R_x = \left(\frac{V_1}{V_2} - 1 \right) \times R_v$$

dove V_1 è la tensione disponibile, quella della batteria di pile, e V_2 è la tensione indicata dal voltmetro, la cui resistenza interna è R_v.

Questo metodo di misura ha l'inconveniente di fornire delle misure esatte solo quando la resistenza da misurare è eguale a quella del voltmetro, o è poco lontana da essa, e quando la tensione disponibile corrisponde alla portata massima dello strumento, come appunto nell'esempio fatto. Se la resistenza da misurare è molto grande, la tensione ai capi dello strumento risulta piccolissima, perciò difficilmente leggibile e poco vicina al vero. Nel caso precedente, se la resistenza sconosciuta anzichè essere di 50 000 ohm fosse stata di 5 000 000 di ohm (come nella fig. 17, a sinistra) ossia 5 MΩ ai capi della resistenza interna del voltmetro sarebbe stata presente soltanto una frazione di volt, quindi il voltmetro avrebbe indicato tale frazione di volt sulla scala di 50 volt. Ciò avrebbe permesso di arguire che il valore della resistenza è molto elevato, di parecchi megaohm, ma non esattamente di quanti. La misura sarebbe risultata assai incerta.

Nello stesso modo, se la resistenza da misurare fosse stata di 5 ohm, anzichè di 50 000, come in figura 17 (a destra) il voltmetro avrebbe indicato 50 volt, essendo trascurabile la tensione ai capi della resistenza R_x, la quale sarebbe stata considerata in corto circuito.

In generale, il sistema di misura con il voltmetro è adatto

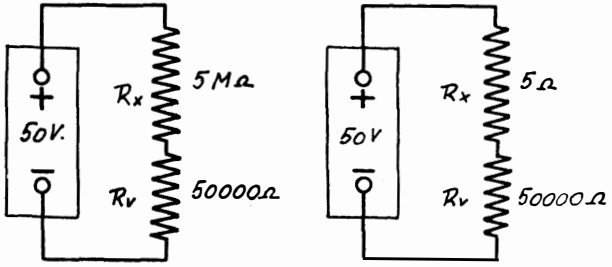


Fig. 17. - Esempi di misure di resistenze di alto e di basso valore.

per resistenze medie, alte e altissime, mentre non è adatto per resistenze molto basse. Per misurare resistenze elevate basta aumentare la tensione della batteria e la portata del voltmetro.

ESEMPIO DI MISURA DELLE RESISTENZE BASSE O MEDIE CON IL VOLTMETRO.

Con un voltmetro adatto per misure sino a 500 volt, e disponendo di una tale tensione, ottenuta con un raddrizzatore di tensione, è possibile misurare resistenze sino a 10 megaohm, sebbene le misure più precise siano quelle intorno a 500 000 ohm, ossia corrispondenti alla resistenza interna dello strumento.

Per poter misurare resistenze di valori abbastanza diversi occorre disporre di un voltmetro con diverse portate, e di tensioni continue adatte per ciascuna di esse. La figura 18 indica un voltmetro con due portate, sino a 5 volt e sino a 50 volt, provvisto di due batterie delle tensioni indicate, e con il quale è possibile provvedere alla misura delle resistenze intorno a 5000 ohm, adoperando la portata sino a

5 volt e la batteria corrispondente, e intorno a 50 000 ohm adoperando la portata di 50 volt e la batteria corrispondente.

Per gli usi pratici, salvo alcune eccezioni, non è necessaria una grande precisione nella misura delle resistenze, per cui è possibile misurare resistenze da 10 volte maggiori a

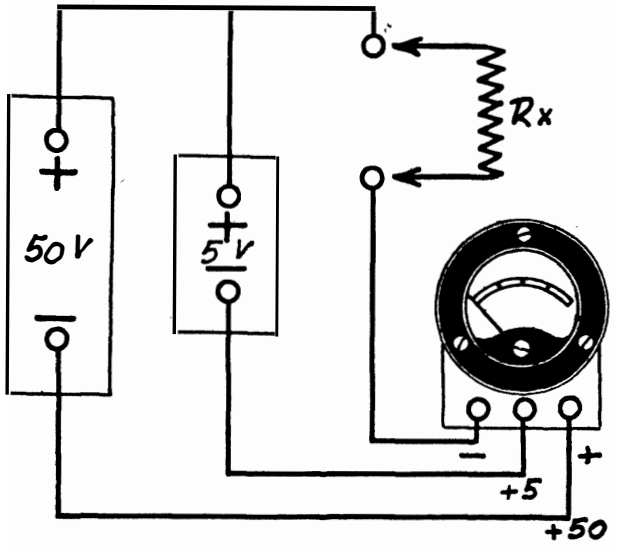


Fig. 18. - Come si può usare un voltmetro per la misura di resistenze da 500 ohm sino a 0,5 megahom.

10 volte minori di quella interna del voltmetro. Così nel caso della figura 15, con un voltmetro sino a 50 volt e con una resistenza interna di 50 000 ohm, è possibile misurare resistenze da 5000 ohm a 500 000 ohm, sempre tenendo conto che l'errore aumenta con l'avvicinarsi agli estremi. Lo strumento indicato dalla figura 18 consente perciò la misura indiretta di resistenze da 500 ohm sino a 0,5 megaohm.

10. L'ohmmetro.

Adoperando un voltmetro per la misura di resistenze, l'indice va al centro della scala quando la resistenza da misurare ha lo stesso valore della resistenza interna dello strumento. Ciò significa che si può senza altro segnare questo valore in ohm al centro della scala. Per tutte le altre posi-

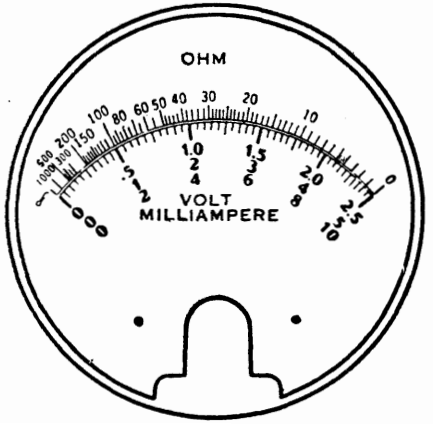


Fig. 19. - Quadrante di strumento per la misura di tensioni, intensità di corrente e resistenze.

zioni della scala corrisponderanno dei valori proporzionali, e che si potranno anche segnare. Sicchè alla scala in volt si potrà sostituire la scala in ohm. Lo strumento che ne risulta è detto *ohmmetro*. Se le portate sono due (5 e 50 in fig. 18) si può usare una sola scala. In tal caso basta la scala più piccola, la quale potrà servire anche per la maggiore, moltiplicando la lettura per 10.

La figura 19 indica un esempio pratico di scala per la

misura delle resistenze. Si può notare che il fondo della scala corrisponde al valore zero ohm, mentre corrisponde alla massima lettura della tensione in volt, o della intensità di corrente in milliampere. Ciò avviene perchè quando la resistenza da misurare è zero, la tensione ai capi dello strumento è massima, come è evidente.

Quando l'indice è immobile al principio della scala segnata in ohm significa che la resistenza è infinita, o semplicemente che il circuito è aperto. *Il movimento dell'indice dell'ohmmetro è dunque inverso a quello del voltmetro e del milliamperometro.*

MESSA A ZERO DELL'OHMMETRO.

Prima di procedere a una misura con l'ohmmetro occorre provvedere alla sua *messa a zero*, ossia occorre portare l'indice esattamente a zero ohm. Ciò non è necessario per il voltmetro e il milliamperometro poichè l'indice in condi-

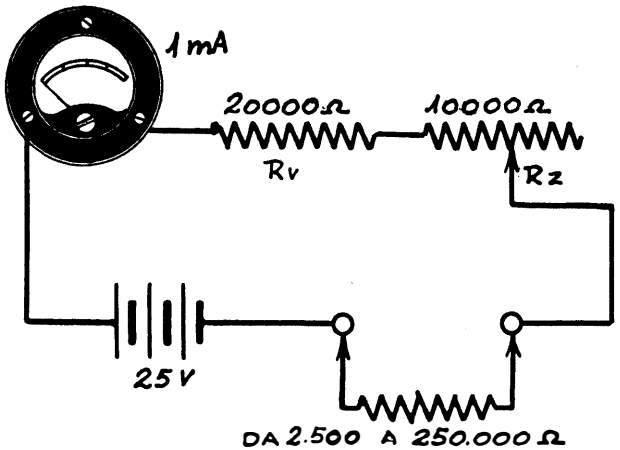


Fig. 20. - Semplice ohmmetro per la misura di resistenze da 2500 a 250 000 ohm. Rv = resistenza fissa in serie al milliamperometro; Rz = resistenza variabile per la « messa a zero ».

zione di riposo è a zero. (Molti dei voltmetri e milliamperometri di buona qualità sono provvisti della messa a zero, ma si tratta in tal caso di una semplice azione meccanica sopra l'indice e relativa bobina mobile). Nel caso dell'ohmmetro occorre adattare lo strumento alla tensione della batteria, e ciò appunto perchè questa tensione non rimane costante.

Nel caso della figura 20, la quale indica lo schema di un semplice ohmmetro, la messa a zero è ottenuta mediante la regolazione di una resistenza variabile di 10 000 ohm (R_z).

Regolando questa resistenza si varia la resistenza in serie al milliamperometro (ossia la resistenza che adatta il milliamperometro a funzionare da voltmetro) in modo che anche quando la batteria non fornisce più la tensione di 25 volt, sia egualmente possibile procedere alla misura di resistenze.

ERRORE DI LETTURA DOVUTO ALLA BATTERIA.

Va considerato un errore di lettura che aumenta con il diminuire della tensione disponibile. Infatti il centro della scala indica una data resistenza in ohm che è eguale alla resistenza in serie allo strumento. Se questa resistenza viene variata bisogna variare anche l'indicazione al centro della scala e in tal modo tutte le indicazioni della scala. Se, ad esempio, la batteria fornisce 25 V e si adopera uno strumento da 1 mA, la resistenza in serie deve essere di 25 000 ohm, e quindi l'indicazione al centro della scala dovrà essere anch'essa di 25 000 ohm. Ma quando la batteria non fornirà più che 20 V, se la resistenza in serie resterà di 25 000 ohm, l'indice non potrà più giungere al fondo scala, ma si fermerà a quattro quinti della scala, e le letture delle resistenze risulteranno tutte sbagliate. Provvedendo alla messa a zero si potrà far andare l'indice al fondo scala, riducendo la resistenza da 25 000 a 20 000 ohm, però il centro della scala indicherà 25 000 ohm mentre in realtà saranno 20 000. Ne

consegue che è necessario evitare che la batteria si scarichi oltre il 10 % della tensione complessiva, e in ogni caso che venga tenuto conto dello stato della batteria.

MESSA A ZERO CON RESISTENZA IN PARALLELO.

Un secondo metodo di messa a zero è indicato dalla figura 21. In questo caso la resistenza in serie rimane inalte-

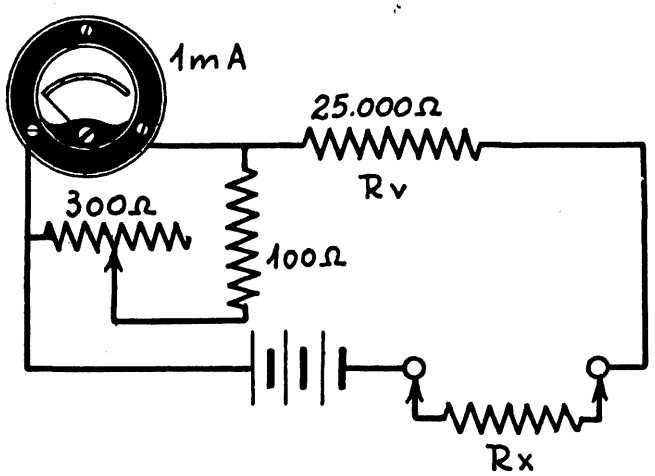


Fig. 21. - Ohmmetro simile a quello di fig. 20, con la differenza che la messa a zero è ottenuta con resistenza variabile in parallelo al milliamperometro. L'indice dello strumento va al centro della scala quando Rx = 25 000 ohm.

rata, e la messa a zero viene ottenuta con una resistenza variabile posta in parallelo allo strumento, ossia alla sua bobina mobile. Mentre nel caso della fig. 20 la resistenza per la messa a zero deve venir diminuita man mano che diminuisce la tensione della batteria, nel caso della figura 21 la resistenza variabile deve essere aumentata con il diminuire della tensione disponibile. Diminuendo la resistenza variabile della figura 21 si determina una maggior intensità di

corrente attraverso di essa, quindi una minore intensità di corrente attraverso il milliamperometro. Quando la tensione è eccessiva, la resistenza inclusa in parallelo allo strumento deve essere bassa, in modo da consentire il passaggio di una parte notevole della corrente. Quando invece la tensione è insufficiente, la resistenza in parallelo deve essere alta, in modo da poter mantenere invariata l'intensità della corrente attraverso lo strumento.

Nella figura 21 è indicata una resistenza fissa di 100 ohm oltre alla variabile. Essa serve per impedire che la bobina mobile possa trovarsi in corto circuito.

11. Misure di resistenze di basso valore.

Mentre per la misura delle resistenze di valore medio o elevato si adopera il metodo indicato di collegarle in serie alla resistenza interna di un voltmetro (che in tal caso diventa un ohmmetro, essendo possibile indicare gli ohm al posto dei volt) per la misura delle resistenze di valore basso o bassissimo si usa il sistema di collegarle in parallelo alla bobina mobile del milliamperometro. L'ohmmetro che ne deriva vien detto « in parallelo ».

OHMMETRO PER LA MISURA DI RESISTENZA DI BASSO VALORE.

La figura 22 indica lo schema di un ohmmetro per la misura di resistenze di basso valore. Se si immagina non esistente la resistenza da misurare, ossia *R*, non rimane che lo schema di un semplice voltmetro costituito da un milliamperometro da 1 mA e da una resistenza in serie di 4500 ohm (costituita da una resistenza fissa di 4000 ohm e da una variabile di 500 ohm, per la messa a zero). La portata massima del voltmetro è di 4,5 volt.

Si supponga che la resistenza della bobina mobile del milliamperometro sia di 100 ohm, nonchè di collegare in parallelo ad essa una resistenza pure di 100 ohm. In tal

modo la corrente si dividerà in due parti, e quella presente nella bobina sarà metà di quella iniziale, perciò l'indice dello strumento si fermerà a metà scala. Quando la resistenza R_x sarà di soli 50 ohm, l'indice raggiungerà solo un terzo della scala. Quando R_x sarà di 150 ohm, l'indice arriverà ai 3/4 della scala. Ecco quindi che si può usare questo metodo, quando è nota la resistenza della bobina

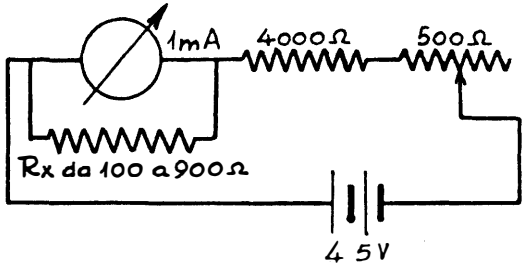


Fig. 22. - Le resistenze di basso valore vanno collocate in parallelo al milliamperometro anzichè in serie, come nelle figure 20 e 21.

mobile, per misurare piccole resistenze, adeguate cioè al valore della bobina mobile.

Negli ohmmetri di questo tipo, più piccola è la resistenza da misurare più piccolo è pure il movimento dell'indice, proprio all'opposto di quanto avviene per gli ohmmetri per resistenze alte (ossia il tipo in serie). Per questa ragione negli ohmmetri per piccole resistenze, come in quello di figura 22, *lo zero è a sinistra della scala*, mentre in quelli per alte resistenze, è *a destra della scala*.

Anche negli ohmmetri per piccole resistenze le misure più precise sono quelle al centro della scala, mentre quelle agli estremi sono le meno esatte. La gamma di resistenze misurabili è determinata dal valore della bobina mobile. Nell'esempio fatto di una bobina mobile di 100 ohm, la gamma va da circa 10 ohm a circa 900 ohm. In media è l'80 % della scala che riesce utile.

MISURA DELLE RESISTENZE DI VALORE MOLTO BASSO.

La maggioranza dei milliamperometri da 1 mA serve per una gamma più bassa, essendo più bassa la resistenza della loro bobina mobile. (Il mod. 301 Weston da 1 mA ha 27 ohm, quindi è adatto per una gamma da circa 3 ohm a circa 250 ohm).

Per la misura delle resistenze di valore molto basso si può mettere una resistenza in parallelo (shunt) allo strumento,

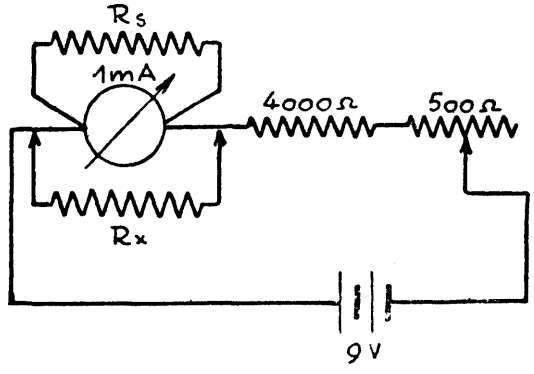


Fig. 23. - Per la misura di resistenze intorno a 10 ohm, all'ohmetro di fig. 22 va aggiunta una resistenza Rs in serie al milliamperometro.

in modo che risulti più basso il valore complessivo della bobina mobile e suo. Nella figura 23, se la resistenza in derivazione è di 100 ohm, e se questo è anche il valore della bobina mobile, l'indice dello strumento andrà a fondo scala quando la corrente nel circuito sarà di 2 mA. Per far questo basta raddoppiare la tensione della batteria indicata dalla figura 22, e portarla da 4,5 V a 9 V. Ora, collegando in parallelo la resistenza R_x di 100 ohm, l'indice non andrà al centro della scala, come avveniva per l'esempio precedente (figura 22). Andrà al centro della scala quando R_x sarà di

50 ohm, ossia la portata dello strumento sarà abbassata di metà, e mentre prima l'ohmmetro serviva per resistenze da 10 a 900 ohm, ora servirà per resistenze da 5 a 450 ohm circa.

La resistenza in parallelo R_s può essere inferiore a quella della bobina mobile, purchè sottomultiplo. In tal caso è possibile la misura di resistenze ancora minori. Se, nel caso della figura 23, R_s è di 10 ohm, la resistenza complessiva (R_s più quella della bobina mobile) è di 9,09 ohm, quindi l'indice va al centro della scala quando $R_x = 9$ ohm circa, e l'ohmmetro serve per misurare resistenze da 1 ohm a 90 ohm circa.

È evidente che il metodo usato per le resistenze alte e quello per le resistenze basse possono venir adoperati in comune nello stesso ohmmetro.

RESISTENZA DELLA BOBINA MOBILE DEL MILLIAMPEROMETRO.

Occorre far attenzione che mentre per la misura delle resistenze alte la resistenza della bobina mobile non ha praticamente importanza, essa assume grande importanza per la misura delle resistenze di basso valore. Ciò non solo perchè da tale resistenza dipende la gamma delle resistenze misurabili, ma anche per il fatto che la resistenza della bobina mobile varia da uno strumento all'altro, anche dello stesso modello, per cui non occorre soltanto conoscere la resistenza che in generale hanno gli strumenti del tipo che si intende adoperare, ma la resistenza esatta della bobina del singolo strumento.

12. Taratura degli ohmmetri.

La taratura degli ohmmetri va fatta calcolando R_x per tutte le principali suddivisioni della scala dello strumento. Quando i valori in ohm non possono venir segnati sulla scala dello strumento, occorre riferire la lettura in mA ad una tabella, ottenuta con dati ricavati dal calcolo.

Per gli *ohmmetri in serie* (figg. 20 e 21) serve la formula seguente:

$$R_x = \frac{R_v \times (M - m)}{m}$$

in cui R_v è la resistenza in serie allo strumento, M la lettura con R_x zero, ed m con R_x non zero. Se lo strumento è provvisto di messa a zero, e la portata del milliamperometro è di 1 mA, M diventa eguale ad 1.

Per gli ohmmetri in parallelo (figg. 22 e 23) vale la formula seguente:

$$R_x = \frac{R_{bm}}{(M/m) - 1}$$

dove R_{bm} è la resistenza della bobina mobile del milliamperometro. In tal caso la resistenza R_v va trascurata, dato che serve solo a far scorrere la corrente d'intensità sufficiente ad ottenere la lettura massima quanto $R_x = 0$.

Quando, come in figura 23, R_x non viene collegato in parallelo alla sola bobina mobile ma anche alla resistenza in serie R_v, allora vale la formula suddetta nella quale al valore di R_{bm} va aggiunto quello di R_v. Se R_v è di alcune migliaia di ohm, R_{bm} può venir trascurato, ed allora R_v sostituisce R_{bm} nella detta formula.

13. Riduzione della portata degli ohmmetri.

La figura 20 indica uno degli ohmmetri più semplici. Non è altro che un voltmetro con in serie la batteria di pile e la resistenza da misurare. La resistenza variabile serve per la messa a zero, in modo da compensare la riduzione di tensione della batteria. Quando R_x è eguale alla resistenza in serie (ossia R_v più R_z), l'indice del milliamperometro si trova al centro della scala.

Per ridurre la portata dell'ohmmetro indicato, basta col-

legare una resistenza in parallelo allo strumento e alla sua resistenza in serie. Questo fatto è chiarito dalla figura 24. In *A* è indicato un comune ohmmetro, per semplicità senza

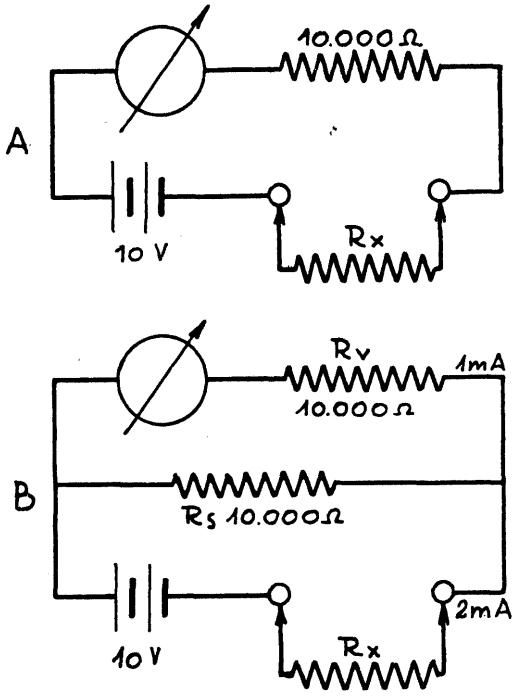


Fig. 24. - A = Semplicissimo ohmmetro per misure intorno ai 10 000 ohm. B = L'aggiunta della resistenza Rs consente di ridurre la portata dell'ohmmetro a 5000 ohm.

la resistenza variabile, che si immagina compresa in R_V, che può essere, ad esempio, di 10 000 ohm. In tal caso la batteria di pile è di 10 V, in modo che la corrente sia di 1 mA, quando la resistenza R_x da misurare è zero, ossia quando i terminali dell'ohmmetro sono in corto circuito.

Non appena si include la resistenza da misurare si ottiene una riduzione della corrente nel circuito. Se tale resistenza fosse di 10 000 ohm la corrente sarebbe di 0,5 mA,

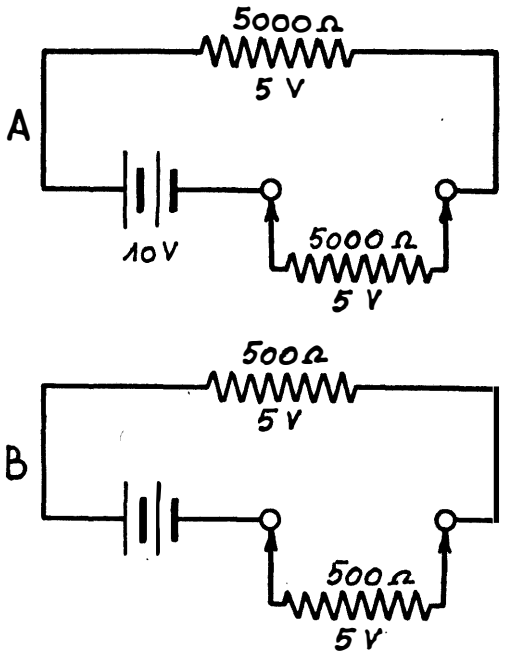


Fig. 25. - Le resistenze Rv ed Rs di fig. 24 sono indicate dalla resistenza di 5000 ohm in A. Un altro esempio è indicato in B.

quindi l'indice dello strumento si troverebbe a metà scala. Per ridurre la portata di un simile ohmmetro basta collegare in parallelo allo strumento e alla resistenza R_V una resistenza R_S.

Se la resistenza R_S è di 10 000 ohm, la resistenza complessiva risulta di 5000 ohm, sicchè la batteria fornirà 2 mA

anzichè uno, mentre attraverso lo strumento scorrerà sempre 1 mA, dato che la tensione ai capi delle resistenze sarà sempre di 10 V. In tal caso però il centro della scala sarà raggiunto dall'indice quando R_x sarà di 5000 ohm, e non 10 000 come nell'esempio precedente. La figura 25 chiarisce questo fatto. In *A*, una resistenza di 5 000 ohm sostituisce R_v ed R_s. Essendo pure R_x di 5000 ohm, si otterrà una divisione di tensione di 5 volt ai capi di ciascuna di esse. Dato che lo strumento ha la portata di 10 volt, l'indice dovrà necessariamente trovarsi al centro della scala, ossia se la scala è tarata in ohm, dovrà indicare 5000 ohm. Generalmente però si adoperano due portate, con e senza resistenza in parallelo, e la scala viene graduata per la portata maggiore. Per le altre portate basta dividere per il numero corrispondente alla riduzione, che nel caso dell'esempio fatto è 2.

Riducendo il valore della resistenza R_s si può ridurre ancora la portata dell'ohmmetro. Per far raggiungere il centro scala all'indice con una resistenza di 500 ohm, come in *B* nella figura 25, basta dare a R_s un valore tale che la resistenza complessiva diventi di 500 ohm.

14. Esempio di ohmmetri a due portate.

La figura 26 indica lo schema di un semplice ohmmetro a due portate, per resistenze da 500 a 50 000 ohm e da 50 a 5000 ohm. È inteso che le letture più precise si ottengono nel tratto centrale della scala, il quale per la prima portata è di circa 5000 ohm, mentre per la seconda è di circa 500 ohm.

Quando l'inversore è nella posizione G sono incluse solo le resistenze in serie allo strumento, ossia quella fissa di 4200 ohm e la variabile di 500 ohm.

La batteria è di 4,5 volt, e la messa a zero sarà perciò ottenuta quando la resistenza complessiva sarà di 4500 ohm.

Per ridurre questa portata dello strumento basta portare

l'inversore su P. In tal caso risulta inclusa la resistenza di 500 ohm, sicchè la resistenza complessiva delle tre resistenze sarà di 450 ohm.

L'ohmmetro può venir tarato sulla portata maggiore o su quella minore. Le letture risultano identiche, ma con uno

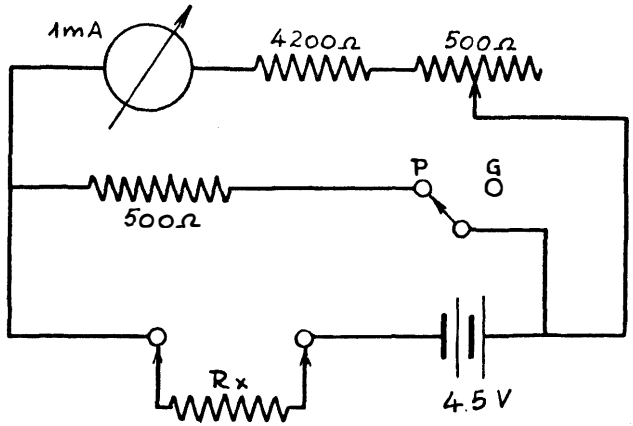


Fig. 26. - Nella posizione P l'ohmmetro è adatto per resistenze da 50 a 5000 ohm, con 500 ohm al centro scala. Nella posizione Ge è adatto per resistenze da 5000 a 50000 ohm, con 5000 hom al centro scala.

zero in più o in meno. Se si adopera la portata minore per graduare la scala, per ottenere l'indicazione sulla portata maggiore basta moltiplicare la lettura fatta per 10.

SECONDO ESEMPIO DI OHMMETRO A DUE PORTATE.

Un altro esempio di ohmmetro a due portate è indicato dalla figura 27. In questo caso le resistenze piccole vanno messe in parallelo allo strumento, ossia alla bobina mobile, come in figura 22. Il centro della scala sarà raggiunto quando la resistenza da misurare avrà lo stesso valore della resistenza della bobina mobile. Dato che la bobina mobile ha

un valore generalmente molto basso, intorno ai 30 ohm, questa portata sarà utile per resistenze da 3 a 300 ohm.

Le resistenze maggiori vengono messe in parallelo allo strumento e alla resistenza in serie, come indica la figura, nella quale R_{xp} indica le piccole resistenze da misurare e R_{xg} le grandi resistenze da misurare. Per queste ultime l'indice

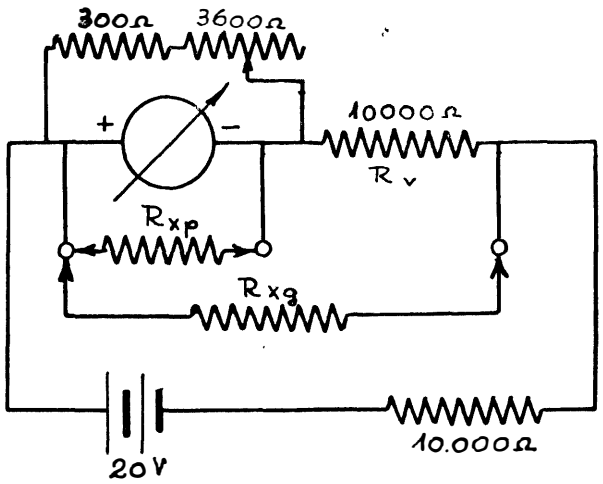


Fig. 27. - Esempio di ohmmetro a due portate.

raggiungerà il centro della scala quando il loro valore sarà eguale a quello della resistenza in serie. Supposto, come nell'esempio della figura, che tale resistenza sia di 10 000 ohm, il centro della scala indicherà appunto tale valore, e la portata maggiore potrà quindi venir usata per resistenze da 1000 ohm a 100 000 ohm.

Nel caso della figura 27 è segnata una seconda resistenza di 10 000 ohm, necessaria affinchè l'inserimento della resistenza R_{xg} determini delle variazioni di tensione, le quali diversamente non si verificherebbero, dato che con

il diminuire della resistenza complessiva aumenterebbe semplicemente l'intensità della corrente erogata dalla batteria. Grazie alla presenza della resistenza supplementare si ottiene un divisore di tensione, come già nella figura 17.

Per la messa a zero, nell'ohmmetro della figura 23 è usata una resistenza variabile di 3600 ohm, in serie con altra fissa di 300 ohm. Le due resistenze sono disposte in parallelo alla bobina mobile, e servono per variare la sensibilità dello strumento in relazione alla tensione fornita dalla batteria.

15. Esempi di ohmmetri.

WESTON MOD. 654.

La figura 28 indica lo schema dell'ohmmetro incluso nel volt-ohmmetro Weston mod. 654. Serve per la misura di

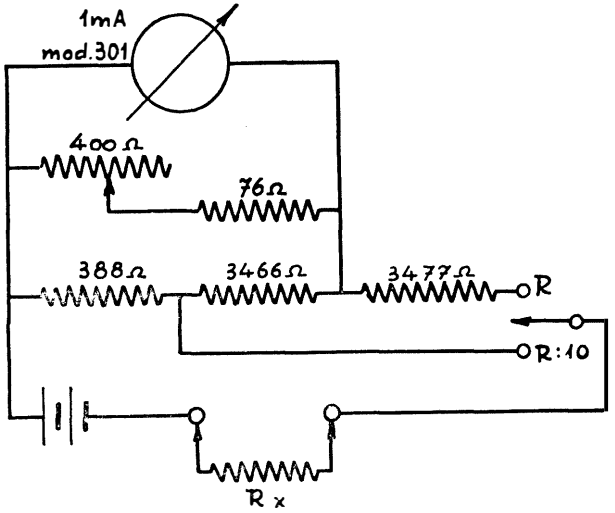


Fig. 28. - Schema dell'ohmmetro incluso nel volt-ohmmetro Weston mod. 654.

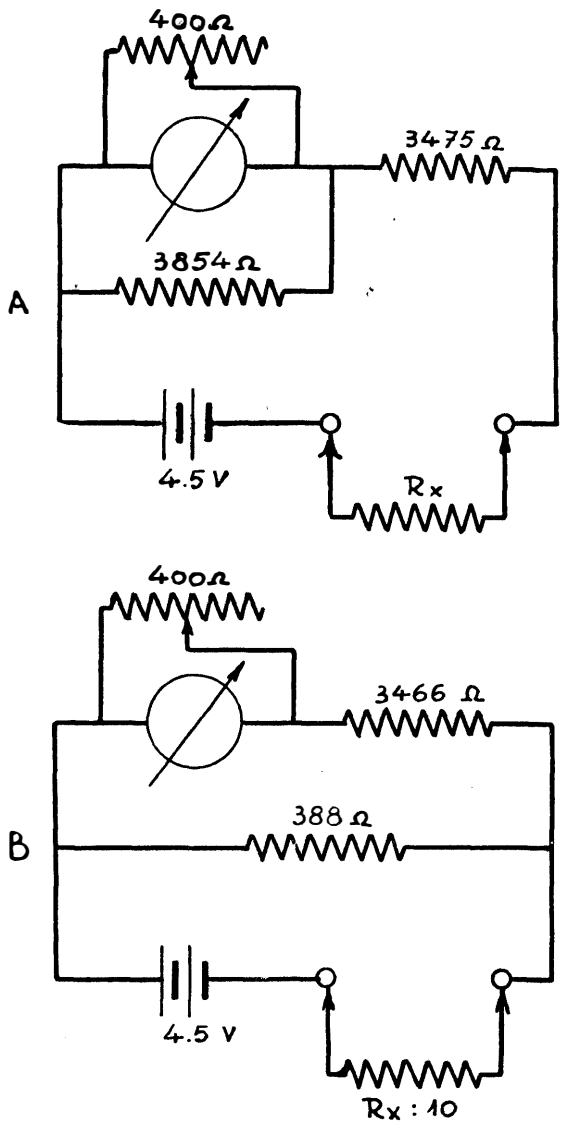


Fig. 29. - Questa figura chiarisce il funzionamento dell'ohmmetro di cui la fig. 28.

resistenze sino a 10 000 ohm e sino a 100 000 ohm. È provvisto di una batteria di 4,5 volt che provvede alla tensione necessaria per ciascuna portata. Quando l'inversore è in *R*, l'ohmmetro è adatto per la portata maggiore, quando è in *R* : 10 serve per la portata minore.

Il principio di funzionamento è chiarito dalla figura 29. In *A* è indicato lo schema dell'ohmmetro quando è adatto per la portata maggiore. Lo schema è semplificato. Può venir paragonato a quello della figura 21, il cui principio di funzionamento è semplice.

In serie al milliamperometro vi è la resistenza da 3475 ohm. La tensione della batteria essendo di 4,5 volt, questa resistenza dovrebbe essere di 4500 ohm per assicurare il passaggio massimo di 1 mA. Essendo la resistenza minore scorre una corrente d'intensità maggiore, però questa maggior parte della corrente attraversa la resistenza variabile (di 400 ohm) per la messa a zero, e quella fissa di 3854 ohm. L'ohmmetro si comporta perciò come quello di fig. 21. Quando è usata la portata minore, viene utilizzata una sola delle due resistenze in serie che formano quella di 3854 ohm (388 più 3466), e precisamente quella di 388. La portata dello strumento viene in tal modo ridotta di 10 volte. Il principio è quello dell'ohmmetro di figura 24.

OHMMETRO DI FACILE COSTRUZIONE.

L'ohmmetro indicato dalla figura 30 è realizzato con un milliamperometro la cui resistenza interna è di 100 ohm, portata 1 mA.

È provvisto di un commutatore a tre vie e due sezioni, il cui movimento si ottiene con un'unica manopola. Consente di misurare resistenze da 10 ohm a 1000 ohm (quando il commutatore è in 1), da 300 a 30 000 (quando il commutatore è in 2) e da 1500 a 150 000 ohm (quando il commutatore è in 3).

È provvisto di due batterie, una da 4,5 V e una da 18 V.

La figura 31 illustra lo schema semplificato dell'ohmmetro

quando è usata la portata minore. In tal caso sono usate le due batterie in serie, in modo da ottenere 22,5 V. Le tre

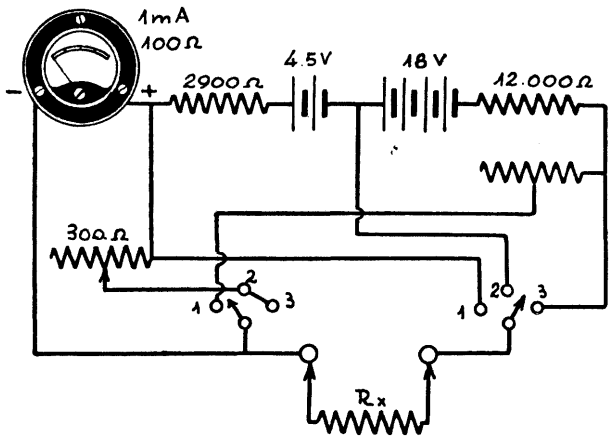


Fig. 30. - Schema di ohmmetro di facile costruzione, per resistenze di basso (1), medio (2) o alto (3) valore.

resistenze in serie raggiungono il valore complessivo di 22 900 ohm. Per ottenere la presenza di un mA occorre che

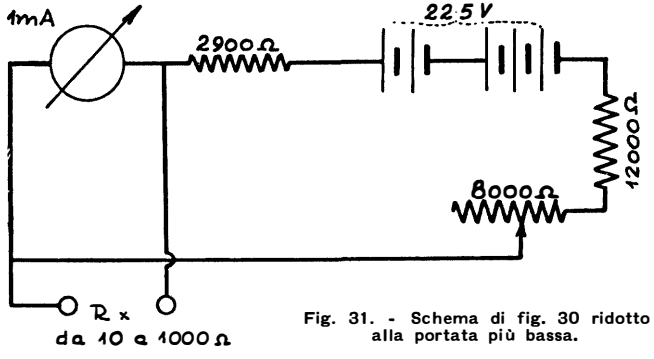


Fig. 31. - Schema di fig. 30 ridotto alla portata più bassa.

la resistenza complessiva sia di 22 500 ohm. Regolando la resistenza da 8000 ohm si può portare l'indice alla massima lettura, ossia assicurare il passaggio di 1 mA attraverso lo strumento. La resistenza da misurare va messa in parallelo allo strumento. Dato che la resistenza dello strumento è di 100 ohm, l'indice giungerà al centro della scala quando R sarà pure di 100 ohm, sicchè, sarà possibile misurare resi-

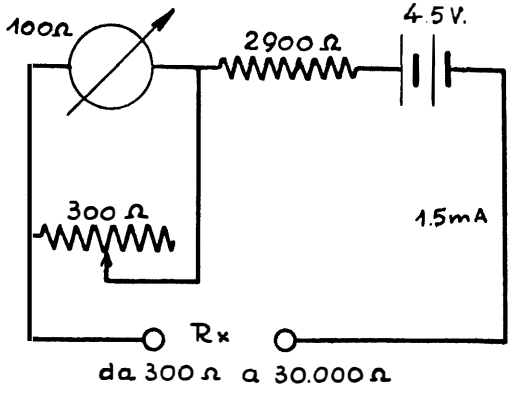


Fig. 32. - Schema di fig. 30 ridotto alla portata media.

stenze 10 volte maggiori o minori di quella di 100 ohm, ossia la portata dell'ohmmetro andrà da 10 a 1000 ohm.

La figura 32 illustra lo schema nel quale può venir ridotto quello di fig. 30 quando viene usata la portata media, ossia quando il commutatore è nella posizione 2. Alla bobina mobile di 100 ohm dello strumento è collegata in serie la resistenza di 2900 ohm. La resistenza totale è quindi di 3000 ohm, e ad essa è applicata la tensione di 4,5 V, sicchè l'intensità della corrente sarà di 1,5 mA. Di questa corrente, 1 mA passerà attraverso lo strumento e il resto attraverso la resistenza variabile per la messa a zero. Il centro della scala

sarà raggiunto quando R_x sarà eguale a 3000 ohm, dunque la portata va da 300 ohm a 30 000 ohm.

La figura 33 illustra la riduzione dello schema di figura 30 quando il commutatore è nella posizione 3. In tal caso la resistenza complessiva è di 14 900 ohm e la tensione di 22,5 V. La corrente avrà circa la stessa intensità, ossia circa 1,5 mA,

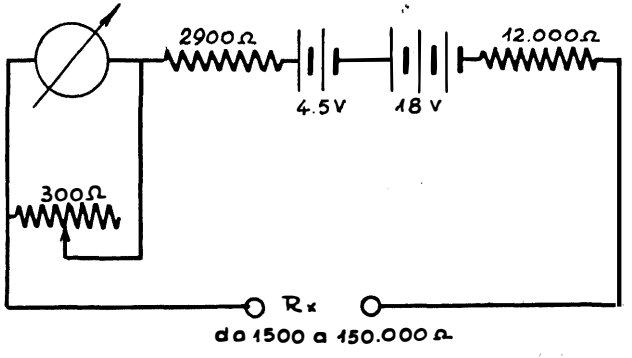


Fig. 33. - Schema di fig. 30 ridotto alla portata maggiore.

secondo la posizione della resistenza variabile, per la messa a zero.

Il centro della scala sarà raggiunto quando R_x sarà eguale a 15 000 ohm, e la portata andrà da 1500 ohm a 150 000 ohm.

16. Misura delle resistenze con il ponte.

L'ohmmetro è lo strumento più semplice e pratico per la misura delle resistenze, ha però lo svantaggio di non essere esatto che per una gamma molto ristretta, per cui, per ottenere una sufficiente precisione, occorre usare parecchie gamme. Si dimostra perciò utile anche il metodo di misura con il ponte di Wheatstone, particolarmente

quando occorrono misure precise e quando occorre provvedere al collaudo di gran numero di resistenze dello stesso valore.

PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO DEL PONTE.

Il principio del ponte per la misura delle resistenze è indicato dalla figura 34.

Le resistenze R_1 ed R_2 sono eguali. R_x è la resistenza

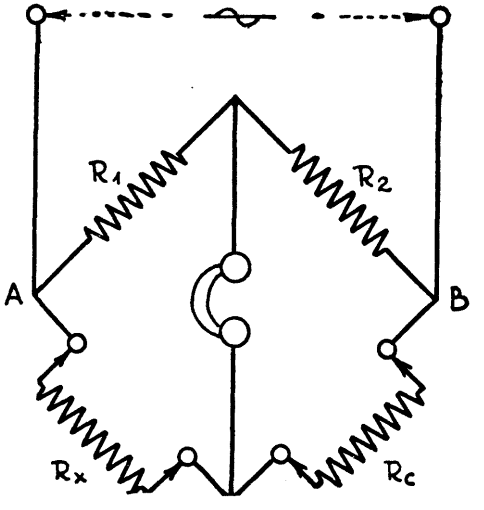


Fig. 34. - Ponte per la misura di resistenze. Rc = resistenza campione; Rx = resistenza sconosciuta.

da misurare e R_c è la resistenza di confronto. Ai punti A e B è applicata una tensione alternativa a frequenza fonica, per esempio quella fornita da una cicalina o di un oscillatore a bassa frequenza (fig. 37). Quando R_x è eguale a R_c nessun suono si sente al ricevitore telefonico. Tanto più grande è la distanza fra R_x ed R_c tanto mag-

giore è il suono percettibile al ricevitore. Il silenzio indica che $R = R^x_c$.

CARATTERISTICHE DEL PONTE.

Se R_c invece di essere una resistenza fissa è variabile, può venir regolata sino ad ottenere il silenzio, quando la sua resistenza è eguale a quella di R_x. Basta che la variazione della resistenza venga indicata da un indice su una scala graduata in ohm, per leggere direttamente la resistenza di R_x.

Un'unica resistenza variabile potrà servire per diverse gamme, e ciò variando il rapporto $R_2 : R_1$, rapporto che abbiamo ritenuto eguale ad 1, essendo le resistenze eguali. Tenuto conto che R è data dalla formula seguente:

$$R_x = \frac{R_2}{R_1} \times R_c$$

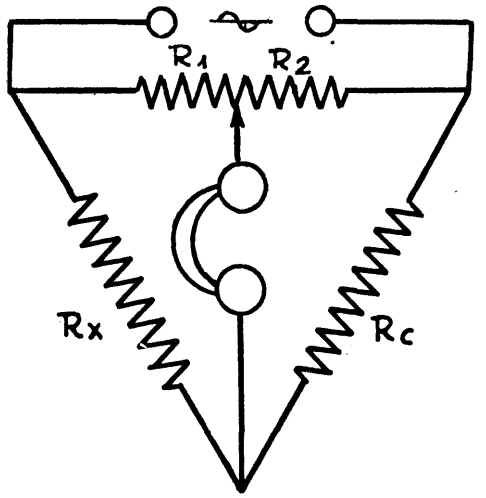
è evidente che quando $R_2 : R_1 = 1$, $R_x = R_c$, invece se R_2 è, ad esempio, 5 volte maggiore di R_1, il rapporto tra queste due resistenze diventa di 5, e in tal caso $R_x = 5\ R_c$.

Con questo metodo si può estendere la gamma delle resistenze misurabili, lasciando inalterata la resistenza variabile e provvedendo a variare il rapporto $R_2 : R_1$. Per la misura di resistenze di basso valore occorre che $R\,1$ sia maggiore di $R\,2$, e in tal caso il valore della resistenza variabile R_c va diviso per il loro rapporto, anzichè moltiplicato.

È possibile anche lasciare inalterato il valore della resistenza R_c, ossia adoperare una resistenza fissa al suo posto e agire soltanto sul rapporto $R_2 : R_1$. In tal caso, se la resistenza R è di 1 megaohm, il valore di R_x in megaohm è dato semplicemente dal rapporto di $R_2 : R_1$.

Ed allora si può addirittura usare lo schema di figura 35 in cui le due resistenze R_1 ed R_2 (di 10 000 ohm ciascuna) formano la resistenza di un potenziometro (di 20 000 ohm). Quando il cursore del potenziometro è esattamente, al centro, la resistenza è divisa in due parti eguali, ed allora $R_1 = R_2$, ed in tal caso anche $R_x = R_c$. Ossia se regolando il potenziometro il silenzio è ottenuto quando il cursore, è al centro, la resistenza da misurare e eguale alla resistenza di confronto.

Quando il silenzio al ricevitore si otterrà portando il



$$R_1 \times R_2 = R_x \times R_c$$

Fig. 35. - Le resistenze R_1 e R_2 della fig. 34 formano un potenziometro che facilita la misura di Rx.

cursore del potenziometro ad un quarto della corsa, incominciando dal lato della resistenza da misurare, R_1 sarà di 5000 ohm, mentre R_2 sarà di 15 000 ohm. Il rapporto sarà di 3, quindi R_x sarà eguale a $R_c \times 3$. I rapporti possono venir segnati (fig. 81) e indicati con una manopola. La resistenza sarà sempre eguale alla resistenza di confronto moltiplicata per il rapporto. Il rapporto potrà essere maggiore o inferiore

dell'unità, a seconda della posizione del cursore del potenziometro. La resistenza R_c può venir intercambiata, e sempre andrà moltiplicata per il rapporto per indicare, al silenzio del ricevitore, il valore di R_x. Generalmente si adoperano delle scatole di resistenze, tutte dello stesso valore e messe in serie, che possono venir incluse mediante un inseritore.

ESEMPIO DI PONTE.

Senza ricorrere ad un'intera scatola di resistenze, sono sufficienti tre resistenze, quando bastano tre sole gamme, ed

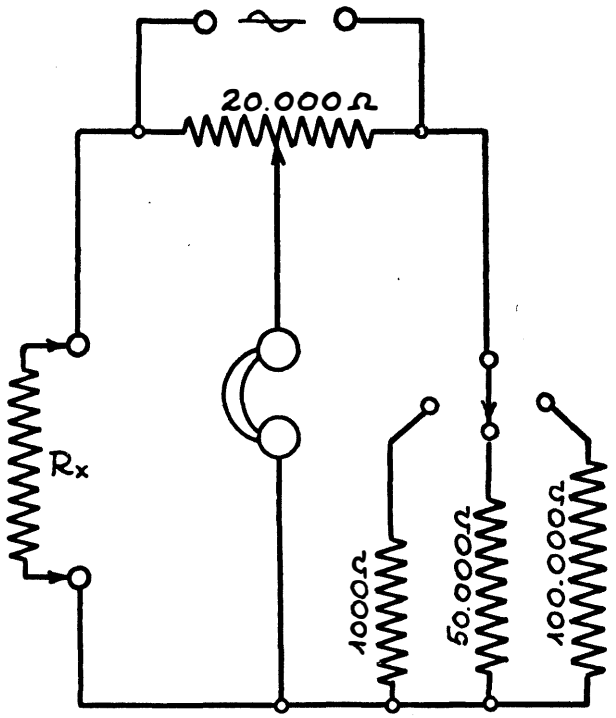


Fig. 36. - Esempio di ponte per misure di resistenze da 125 ohm a 800 000 ohm.

in tal caso lo schema indicato dalla figura 35 diventa quello di figura 36. Occorre tener presente però che per ottenere una lettura sufficientemente esatta il rapporto non deve essere superiore ad 8, quindi quando è inserita la prima delle resistenze quella di 1000 ohm, la portata va da 125 ohm a 8000 ohm; quando è inclusa la seconda resistenza, di 50 000 ohm, la portata va da 6250 ohm a 400 000 ohm; e quando è inclusa la terza resistenza, di 100 000 ohm, la portata va da 12 500 ohm a 800000 ohm. Essendo l'errore tanto maggiore quando maggiore è il rapporto, l'uso di scatole di resistenze (decadi) consente di avere varie decine di portate in modo da poter usare bassi rapporti.

ESEMPIO DI OSCILLATORE A FREQUENZA FONICA PER PONTE.

Al posto della cicalina si può usare un oscillatore a frequenza fonica, il quale può servire anche per varii altri

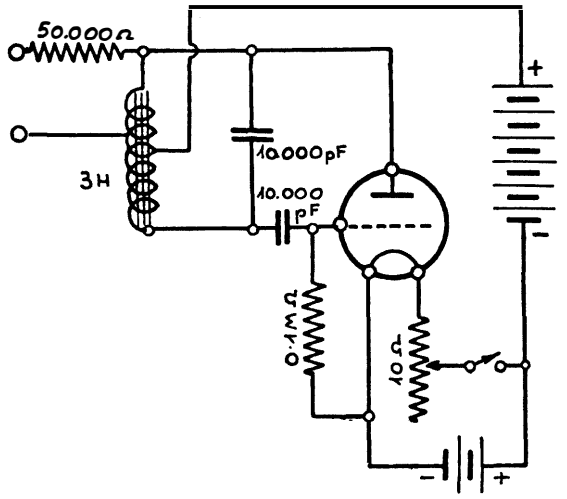


Fig. 37. - Schema di oscillatore a frequenza fonica per ponte per misure di resistenze.

usi di laboratorio, e che può venir realizzato in molti modi. La figura 37 indica lo schema di un semplice oscillatore a frequenza fonica, adatto a tale scopo. Comprende una valvola ad accensione diretta (30, A 409, ecc.), una impedenza di circa 3 henry, con una presa al centro ed una a due terzi dell'avvolgimento, due condensatori di 10 000 pF, una resistenza da 50 000 ohm, che serve per evitare di caricare il ponte, dato che diversamente un terzo dell'avvolgimento verrebbe a trovarsi in parallelo alla resistenza di 20 000 ohm, nonchè una resistenza di 0,1 megahom, un reostato di 10 ohm, un interruttore e due batterie, una di accensione ed una anodica, di tensione adatta alla valvola.

17. Esempio di ohmmetro per radioriparatori.

L'ohmmetro è indispensabile al radioriparatore, ed è anzi lo strumento più utile dopo il voltmetro ed il milliamperometro. Il suo principio di funzionamento è semplice ed è già stato descritto nel capitolo precedente.

Le figure 38, 39 e 40 indicano gli schemi di tre ohmmetri, adatti rispettivamente per basse, medie ed alte resistenze. La figura 41 indica lo schema di un ohmmetro che comprende tutti e tre gli ohmmetri precedenti, e che risulta quindi adatto per misurare basse, medie e alte resistenze.

Nel caso della figura 38 è usato un milliamperometro da 1 mA con resistenza interna di 50 ohm (o circa). La tensione della batteria è di 4,5 volt. Affinchè scorra la corrente di 1 mA nello strumento è necessario che in serie alla batteria vi sia una resistenza di 4500 ohm ($R = V/I$), la quale è ottenuta da una resistenza variabile di 5000 ohm e da una resistenza fissa di 2000 ohm. Regolando la variabile, è possibile portare l'indice dello strumento esattamente ad 1 mA, dopo di che si provvede a misurare la resistenza sconosciuta R_x. Se l'inserimento di tale resistenza determina lo spostamento dell'indice al centro della scala, significa che il valore di R_x è eguale a quello della resistenza interna dello strumento,

ossia di 50 ohm. Se R_x è di 75 ohm, l'indice segna 0,6 mA; se R_x è di 25 ohm, l'indice segna 0,33 mA, e così via.

Lo schema di figura 39 serve per la misura di resistenze da 500 a 100 000 ohm. Quando il valore di R_x è zero (corto-

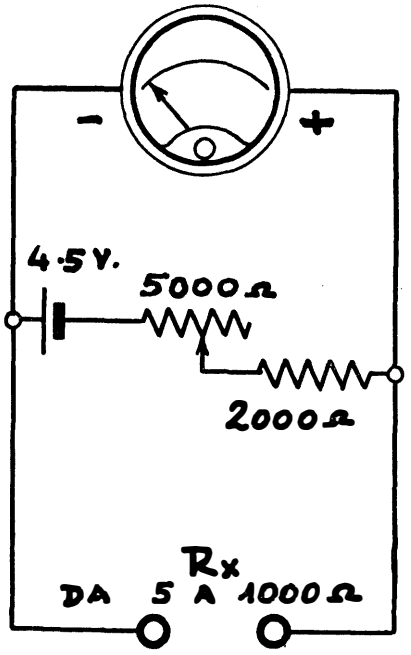


Fig. 38. - Ohmmetro per resistenze di valore basso.

circuito), la tensione della batteria è di 4,5 V. e la resistenza variabile è regolata in modo che il valore delle due resistenze in serie sia di 4500 ohm, lo strumento è percorso da 1 mA. Quando il valore di R_x sarà di 4500 ohm, l'indice dello strumento sarà al centro della scala. La tensione della batteria

non dovrà scendere sotto il 10 % per non falsare troppo le letture, come detto nel capitolo precedente.

Lo schema di figura 40 è simile a quello di figura 39, con la differenza che è stata aggiunta una batteria di 45 V

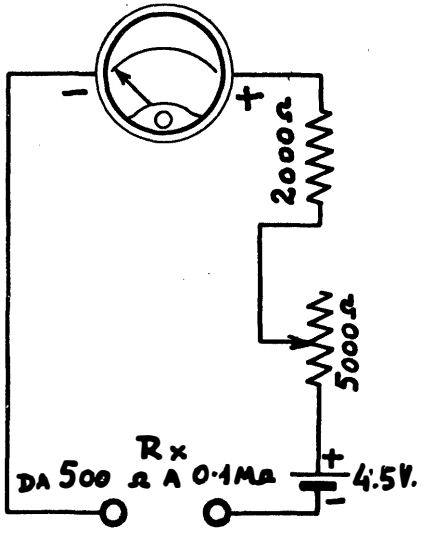


Fig. 39. - Ohmmetro per resistenze di valore medio.

ed una resistenza fissa di 45 000 ohm. Regolando la resistenza variabile si ottiene egualmente la presenza di 1 mA, quando R_x è zero. In questo caso l'indice va al centro della scala quando $R_x = 49\,500$ ohm, ciò che consente la misura di resistenze da 5000 ohm a 1 megaohm.

Le letture che si ottengono con gli ohmmetri descritti presentano i consueti errori che aumentano con il diminuire della tensione della batteria, e con l'avvicinarsi dell'indice dello strumento verso gli estremi della scala.

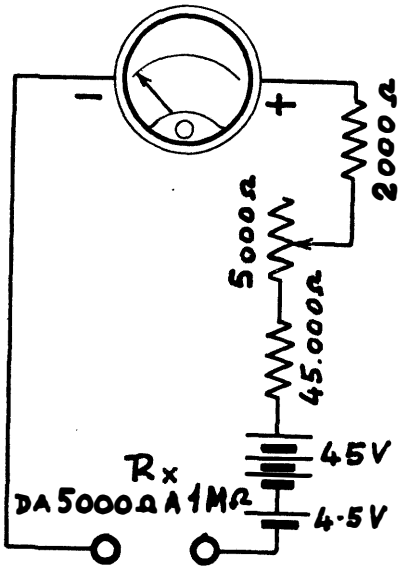


Fig. 40. - Ohmmetro per la misura di resistenze di valore elevato.

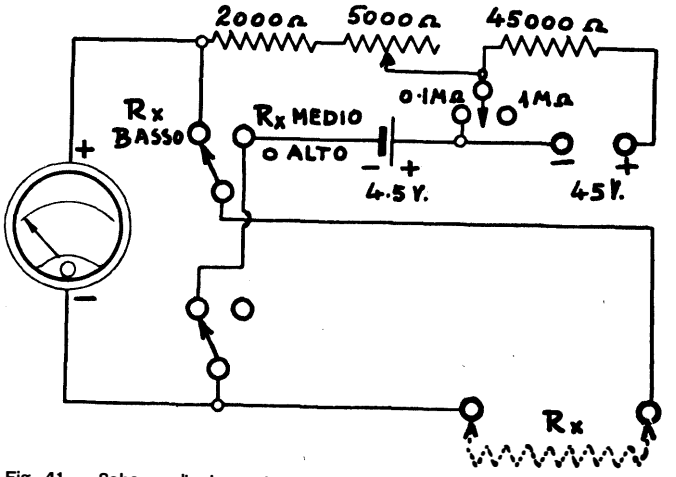


Fig. 41. - Schema di ohmmetro per misure di resistenze di basso, medio e alto valore. (Lo schema rappresenta l'unione delle figure 38, 39 e 40).

La figura 41 indica lo schema complessivo dell'ohmmetro con tre portate. Il passaggio da una portata all'altra si ottiene con i tre inversori.

18. Esempio di ohmmetro alimentato in alternata.

Sia per la semplicità di costruzione sia per il fatto di essere portatili, la maggior parte degli ohmmetri attualmente in uso sono del tipo a batterie. Quando occorra un ohmmetro

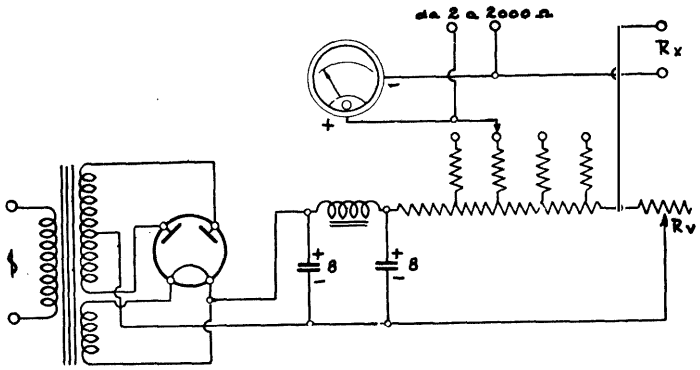


Fig. 42. - Schema di ohmmetro, alimentato in alternata, per misure di resistenze di altissimo valore, sino a 20 megaohm.

per solo uso di laboratorio, ed adatto per misure di resistenze sino a 20 megaohm, conviene l'alimentazione in alternata. In tal caso serve lo schema di figura 42.

Il circuito di alimentazione comprende un trasformatore di tensione, una valvola raddrizzatrice biplacca, un'impedenza di livellamento e due condensatori elettrolitici. La corrente raddrizzata e livellata scorre attraverso il partitore di tensione e va al ritorno negativo. Le tensioni necessarie per l'uso dell'ohmmetro sono ricavate dal partitore di tensione.

Sono indicate 5 portate, delle quali una per valori molto bassi, da 2 a 2000 ohm, nel cui caso R_x va collegata direttamente ai capi dello strumento. Per le altre 4 portate (sino a 20 000, sino a 200 000, sino a 2 megaohm e sino 20 megaohm) R_x si trova in serie con lo strumento. Le tensioni che vengono ricavate dal partitore sono rispettivamente di 0,45 V, 4,5 V, 45 V e 450 V. Il valore delle resistenze è tale da consentire all'indice dello strumento di giungere a fondo scala. La resistenza variabile R_v serve per la messa a zero dell'indice.

Nel capitolo ottavo è detto come si utilizza l'ohmmetro per il controllo dei radio-ricevitori.

CAPITOLO TERZO

MISURE DI TENSIONI, CORRENTI E RESISTENZE CON STRUMENTI MULTIPLI

19. Esempio di strumento volt-ohmmetro.

L'ohmmetro può facilmente venir adottato anche per la misura di tensioni. Lo schema di fig. 43 indica appunto come sia possibile ottenere un ohmmetro con quattro portate ed un voltmetro pure con quattro portate, usando un commutatore doppio a 9 vie, di cui una, la centrale, corrispondente alla posizione di riposo.

Lo strumento è un milliamperometro con portata massima di 1 mA. Quando il commutatore si trova nella posizione 10 V, è usato il solo strumento con in serie la resistenza di 10 000 ohm. Ne risulta un voltmetro con la portata massima di 10 V. Nella posizione 100 V, alla resistenza di 10 000 ohm risulta aggiunta, in serie, una resistenza di 90 000 ohm, con un totale di 100 000 ohm in serie al milliamperometro. Nella posizione 500 V viene aggiunta una resistenza di 400 000 ohm, e nella posizione 1000 V una resistenza di 500 000 ohm.

Le quattro posizioni del commutatore che si trovano a destra servono per la misura delle resistenze, ed in tal caso lo strumento funziona da ohmmetro. Portando il commutatore nella posizione sino a 3000 ohm, la batteria interna di 4,5 volt si trova in serie con la resistenza di 45 ohm e con R_x. La messa a zero è ottenuta con la resistenza variabile di 600

ohm, con in serie la resistenza di 4000 ohm. Nella posizione *sino* a 30 000 *ohm* al posto della resistenza di 45 ohm

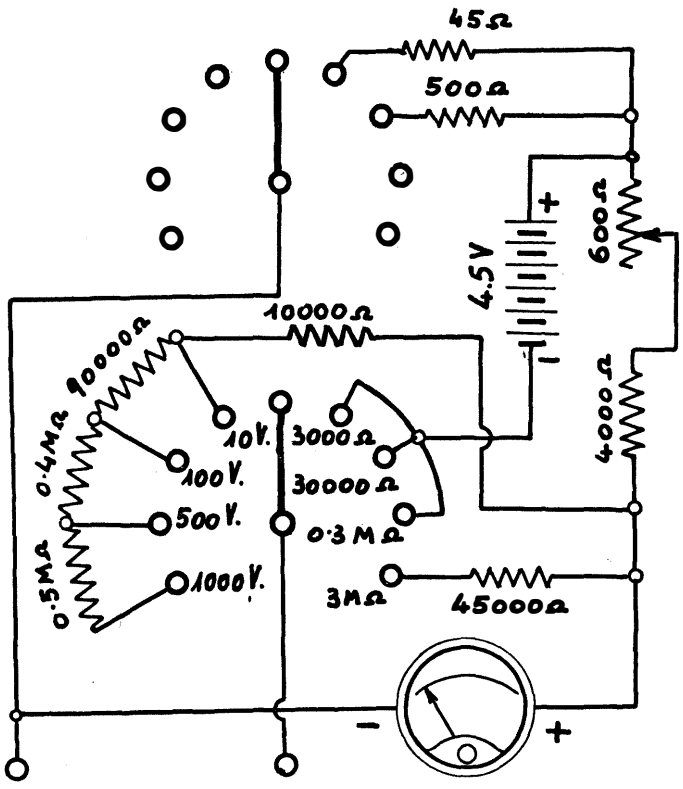


Fig. 43. - Volt-ohmmetro ad otto portate. Il passaggio da una portata all'altra è ottenuto con un commutatore doppio.

viene inserita una resistenza di 500 ohm. Nella posizione *sino* a 0,3 *megaohm* la resistenza da misurare R_x viene messa in serie con la batteria, con la resistenza variabile di

600 ohm e con la resistenza fissa di 4000 ohm. Nell'ultima posizione, sino a 3 megaohm, la resistenza R_x deve avere in serie una batteria di 45 V. In tal caso si ha soltanto tale batteria, R_x e la resistenza di 45 000 ohm, in serie con lo strumento.

Le due sezioni del commutatore vengono comandate simultaneamente da un'unica manopola.

20. Semplice strumento per la misura di tensioni e di resistenze.

Lo schema è indicato dalla figura 44. La parte relativa alla misura delle tensioni è evidente. A ciascuna delle tre

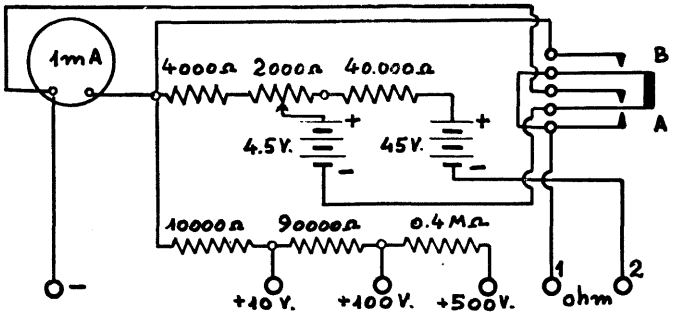


Fig. 44. - Schema di volt-ohmmetro a più portate e senza commutatore.

portate corrisponde la resistenza adeguata. Per la misura delle resistenze è usato un apposito inversore, il quale consente tre portate. La portata maggiore, da 5000 ohm a 500 000 ohm, si ottiene collocando R_x tra il terminale negativo comune (a sinistra) e il terminale 2 (a destra) riservato alle resistenze. In tal modo è usata la batteria di 45 V con in serie la resistenza fissa di 40 000 ohm, la variabile di 2000 ohm e la seconda fissa di 4000 ohm. La variabile consente la messa a zero, quando R_x è zero, ossia quando i

terminali — e 2 sono in cortocircuito. Al valore di R_x di 45 000 ohm corrisponde il centro della scala.

Collocando l'inversore nella posizione *A*, ed usando per R_x il terminale negativo comune ed il terminale 1, si ottiene la portata intermedia, da 500 ohm a 50 000 ohm. In tal caso è usata la sola batteria di 4,5 V, con in serie la resistenza variabile di 2000 ohm e la fissa di 4000 ohm.

Collocando l'inversore nella posizione *B*, ed usando per *R* il terminale negativo comune ed il terminale 1, si ottiene la portata minore, determinata dal valore della resistenza interna dello strumento, e che in generale va da 5 ohm a 500 ohm.

21. Esempio di volt-ohm-milliamperometro.

L'ohmmetro oltre che per le misure di tensioni può venir adattato anche per misure di correnti, ne risulta uno strumento multiplo, assai pratico ed utile per i radioriparatori. Lo schema è indicato dalla figura 45.

È usato un milliamperometro da 1 mA. La commutazione da una portata all'altra è ottenuta con un commutatore doppio, a 12 vie ed a comando unico.

La prima posizione a sinistra corrisponde al semplice uso del solo strumento, quindi consente la misura di correnti sino ad 1 mA. Seguono sei posizioni per la misura di tensioni, sino a 5 V, sino a 50 V, sino a 100 V, sino a 300 V, sino a 600 V e sino a 1200 V.

Oltre alla portata sino ad 1 mA, vi sono altre tre portate per la misura di correnti, sino a 10 mA, sino a 100 mA e sino a 500 mA. Vi sono quindi due posizioni per la misura delle resistenze, a destra in basso, segnate Ω.

La prima serve per la misura di resistenze di basso valore, da 0,5 a 500 ohm. La seconda serve per resistenze di valore medio o alto, da 100 a 100 000 ohm, oppure da 1000 ohm a 1 megaohm con l'aggiunta di una batteria di 45 V in serie alla resistenza da misurare.

Per la misura delle resistenze di valore basso è usato il metodo di porre la resistenza sconosciuta in parallelo allo strumento, quindi la fine della scala è in tal caso a destra,

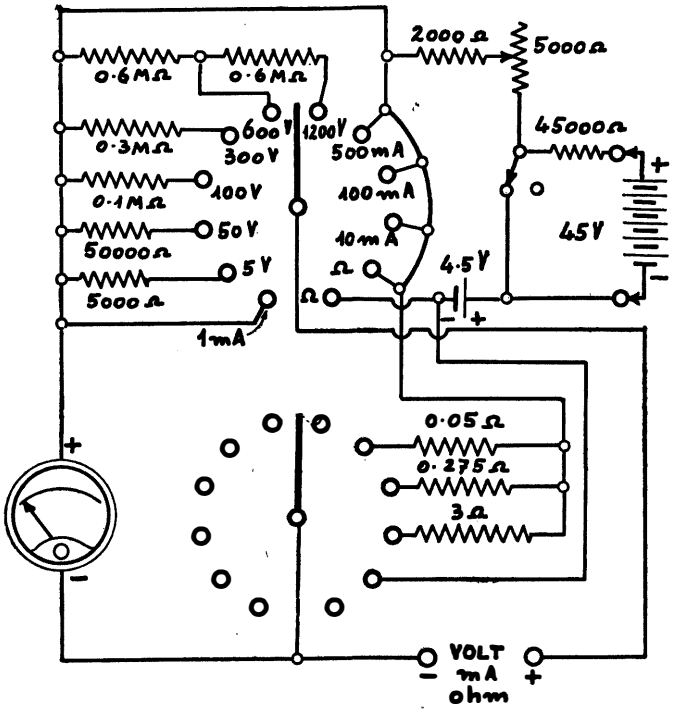


Fig. 45. - Schema di volt-ohm-milliamperometro.

ossia a R_x = zero corrisponde l'indice dello strumento all'inizio della scala. Per la misura delle resistenze di valore medio o alto è usato il metodo in serie, per cui la fine della scala è a sinistra.

22. Strumento per tensioni, correnti e resistenze.

Uno schema di ohmmetro a tre portate, adatto per essere usato in combinazione con strumenti per la misura di tensioni e di correnti, è indicato dalla figura 46. Tale schema è suggerito dalla Weston, per essere usato con il milliam-

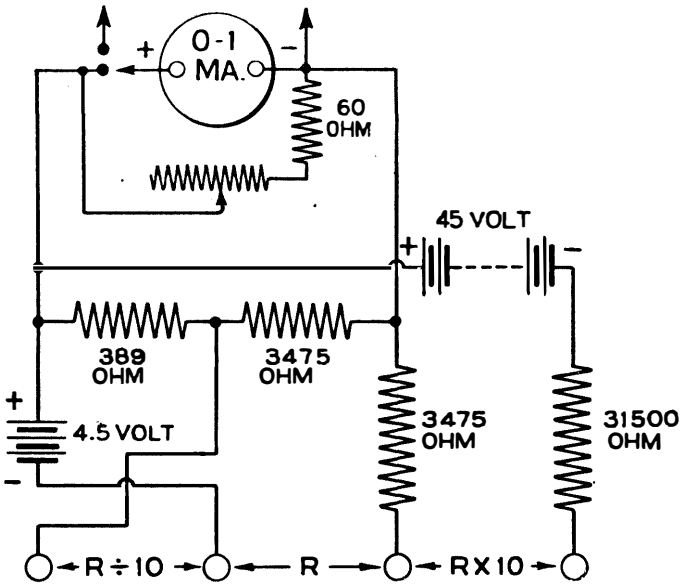


Fig. 46. - Schema di ohmmetro consigliato dalla Weston E. I. C.

perometro mod. 301, che può venir fornito con la scala indicata dalla figura 47. La parte sottostante della scala indica i valori delle tensioni e delle intensità di correnti; occorre quindi predisporre lo strumento per le portate indicate dalla scala, o per altre che possono essere ottenute moltiplicando o dividendo per 10 quelle esistenti.

La parte superiore della scala serve per le misure di resistenze, e precisamente per la portata di valore medio, che viene usata quando la resistenza sconosciuta viene collegata ai terminali *R* dell'ohmmetro. Per la portata minore, i valori della scala vanno divisi per 10, e la resistenza va collegata ai terminali indicati $R \div 10$. Per la portata maggiore i valori della scala vanno moltiplicati per 10, e la resistenza va collegata ai capi indicati $R \times 10$.

Quando lo strumento è usato per la misura di resistenze, l'inversore segnato al terminale positivo dello stru-

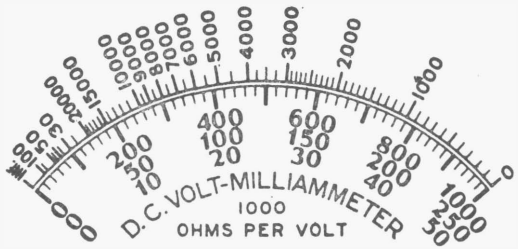


Fig. 47. - Scala di strumento volt-ohm-milliamperometro.

mento va messo nella posizione indicata dallo schema. Quando si vuol passare alla misura di tensioni o intensità di correnti, va messo nell'altra posizione, ed in tal modo tutto il circuito dell'ohmmetro risulta escluso, mentre risulta incluso il circuito relativo al voltmetro ed alle diverse portate milliamperometriche, verso il quale vanno le due frecciette segnate in alto, ai lati dello strumento.

23. Voltmetro - amperometro - ohmmetro Allocchio, Bacchini & C° mod. 2157.

Lo schema è indicato dalla figura 48. Le portate voltmetriche sono tre, da 0 a 500 volt c. c. con sensibilità di 1000 ohm per volt (sino a 10, sino a 100 e sino a 500 volt).

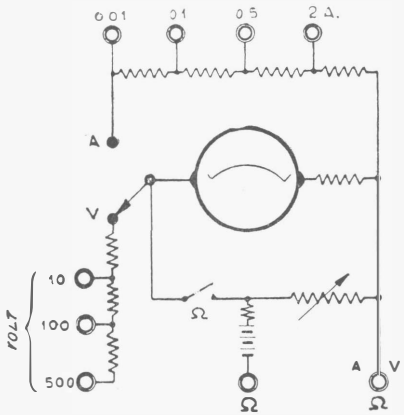


Fig. 48. - Volt-ohm-milliamperometro Allocchio, Bacchini e Co., Mod. 2157.

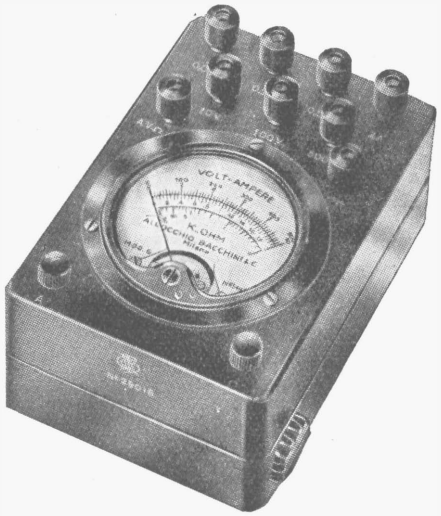


Fig. 49. - Aspetto esterno dello strumento di fig. 48.

Le portate milliamperometriche sono quattro da 10 mA sino a 2000 mA. Per la misura di resistenze vi è una portata sino a 100 000 ohm. Sul fianco destro dello strumento,

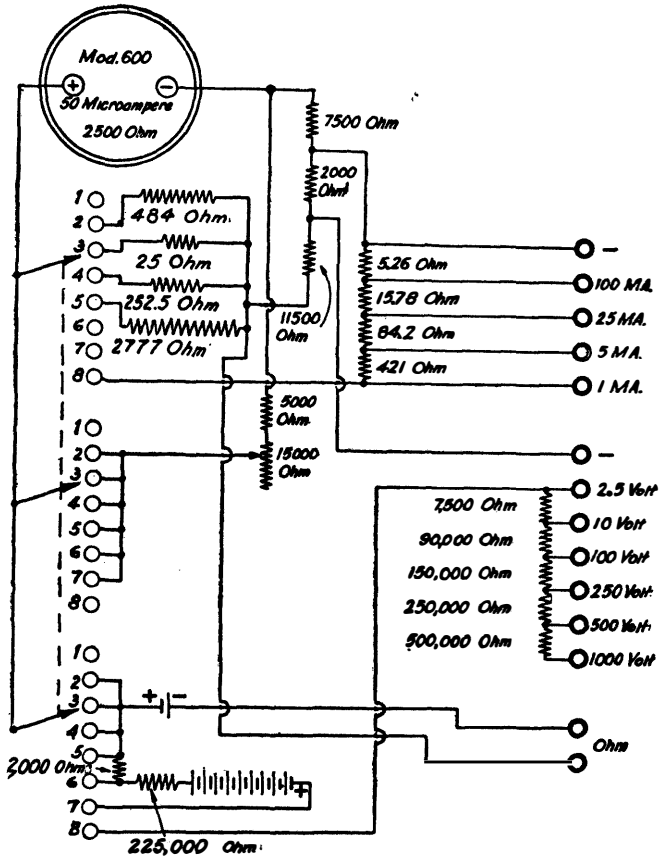


Fig. 50. - Volt-ohm-milliamperometro Weston mod. 663.

figura 49, è presente la manopola della resistenza variabile per la messa a zero dell'indice per la misura di resistenze. Sul fronte della custodia sono montati i serrafili del tipo con foro per l'inserzione con spine a banana, e due pulsanti per le misure di corrente, di tensione e di resistenza.

24. Voltmetro-amperometro-ohmmetro Weston mod. 663.

La caratteristica principale di questo strumento è di possedere un microamperometro di 50 µA ed un commutatore triplo ad otto posizioni. Lo schema è quello di figura 50.

Vi sono sei portate per la misura di resistenze, e precisamente sino a 200, sino a 1000, sino a 10 000, sino a 100 000 ohm nonchè sino 1 e sino 10 megaohm. Nello strumento sono presenti due batterie, una di 1,5 volt che serve per le prime cinque portate, ed una di 12,5 volt che serve per la portata di 10 megaohm. Vi sono inoltre sei portate voltmetriche, come risulta dallo schema e quattro portate milliamperometriche.

CAPITOLO QUARTO

MISURE DI TENSIONI E CORRENTI ALTERNATE

25. Voltmetri per corrente alternata.

Nella tecnica delle correnti forti si adoperano semplici strumenti a *ferro mobile* e *bobina fissa* per le misure di tensioni alternate. Questi strumenti assorbono notevoli intensità di correnti, e mentre sono utili per le correnti forti non sono utilizzabili per misure su circuiti radio, dove le correnti sono debolissime. I normali voltmetri per corrente alternata sono perciò da scartare. È necessario che anche le tensioni alternate vengano effettuate con *strumenti a bobina mobile*, ossia appunto con milliamperometri ad alta sensibilità. È perciò che negli strumenti multipli per radio riparatori, lo stesso milliamperometro che serve per misurare frazioni di milliampere, serve anche per misurare tensioni alternate, da qualche volt a varie centinaia di volt.

La misura di tensioni alternate con strumenti adatti per sole misure di correnti continue è ottenuta con l'impiego di appositi raddrizzatori i quali consentono di tradurre le tensioni alternate in tensioni continue pulsanti, misurabili con le normali portate voltmetriche in corrente continua, su scale appositamente tarate.

26. Raddrizzatori ad ossido.

I raddrizzatori ad ossido di rame rappresentano il mezzo più semplice e pratico per usare gli strumenti ad alta sensibilità e adatti solo per corrente continua, anche per correnti alternate.

Sono costituiti da dischi di ossido di rame messi in contatto con dischi di rame (fig. 51); ciascuna coppia di dischi rappresenta un elemento rettificatore. Apposite lamine di piombo provvedono a mantenere in contatto i dischi di ciascun elemento. Tra i vari separatori di piombo sono generalmente collocati dischi di ottone, di diametro maggiore, che agiscono sia da radiatori che da *reofori*.

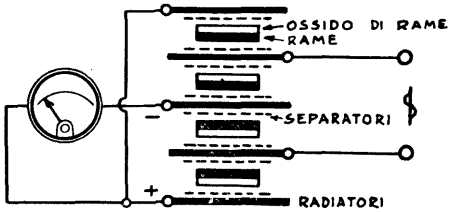


Fig. 51. - Elementi costituenti i raddrizzatori ad ossido.

La corrente può passare soltanto *dall'ossido al rame*. In senso opposto incontra una resistenza che è circa 10 000 volte maggiore.

I vantaggi dei raddrizzatori *ad ossido* consistono nelle dimensioni assai ridotte, nella lunga durata e nel costo basso; gli svantaggi consistono nella facilità con cui possono venir deteriorati se percorsi da corrente superiore alla massima ammissibile, nella bassa resistenza (circa 500 ohm per elemento) e nella capacità distribuita che non li rende adatti per frequenze elevate.

Lo strumento di misura collegato al raddrizzatore è percorso da *corrente continua pulsante*, sicchè esso indica il va-

lore medio della tensione o della corrente alternata a cui si riferisce la lettura. *Per ottenere il valore efficace occorre provvedere a moltiplicare il valore medio per 1,11*; per ottenere il valore massimo (di punta) occorre moltiplicare il valore efficace per 1,41.

Gli strumenti a bobina mobile provvisti di raddrizzatore ad ossido hanno la scala già tarata e corrispondente al *valore efficace* della corrente o della tensione alternata applicata. Nel caso che un normale milliamperometro da 1 mA venisse usato con raddrizzatore per la misura di tensioni alternate, dopo essere stato provvisto delle adeguate resistenze poste in serie, le sue indicazioni corrisponderebbero solo al 63,5 % del valore massimo di tali tensioni.

Il milliamperometro, di una data portata, al quale venga aggiunto un raddrizzatore ad ossido, per effettuare misure in corrente alternata, diventa adatto per una portata superiore dell'11 %. Passando dalle misure in corrente continua, a quelle in corrente alternata, le letture aumentano dell'11 %. Questo avviene per il fatto anzidetto che la deviazione dell'equipaggio mobile dello strumento è sempre proporzionale al valore medio della corrente che lo percorre, mentre le letture vengono fatte rispetto al valore efficace della corrente, il quale è maggiore del valore medio.

27. Strumenti con raddrizzatore.

I quattro elementi rettificatori del raddrizzatore ad ossido sono disposti in circuito a ponte, come indica la figura 52. Tali elementi vengono interessati a due a due, a seconda del senso della corrente alternata, con il risultato che il senso della corrente che percorre lo strumento non muta mai.

Nella figura 53 è fatto l'esempio in cui il terminale superiore sia a potenziale positivo. In tal caso la corrente attraversa uno degli elementi, indicato con 1, e giunge al terminale positivo dello strumento. Esce dal terminale nega-

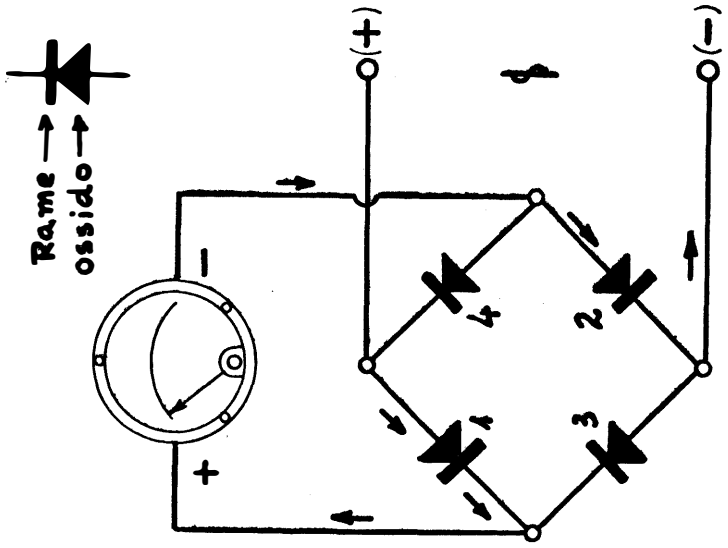


Fig. 53. - Elementi rettificatori disposti in circuito a ponte per il raddrizzamento dell'onda completa. Funzionano solo gli elementi 1 e 2.

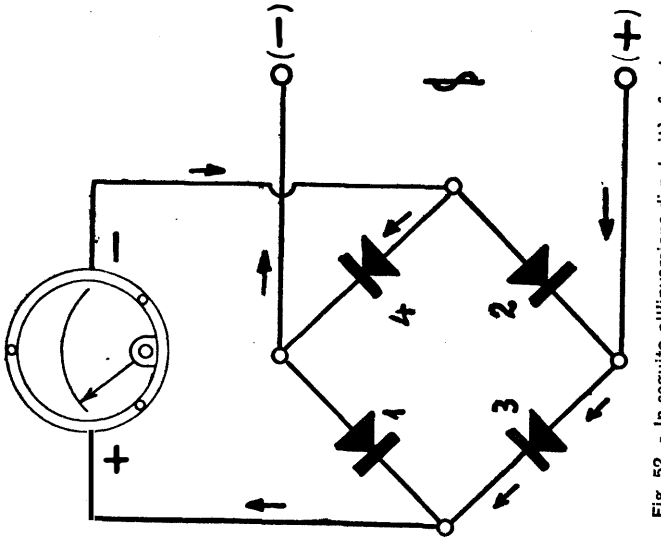


Fig. 52. - In seguito all'inversione di polarità, funzionano solo gli elementi 3 e 4.

tivo, attraversa l'elemento 2 e giunge al terminale inferiore della presa di corrente. Gli altri due elementi non possono consentire alcun passaggio di corrente, presentando il rame all'ossido.

Nella figura 52 è fatto il caso inverso. Il terminale inferiore è a potenziale positivo, quindi la corrente scorre attra-

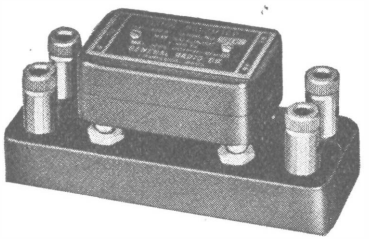


Fig. 54. - Aspetto di rettificatore ad ossido a quattro elementi.

verso l'elemento 3 e giunge egualmente al terminale positivo dello strumento, per ritornare attraverso l'elemento 4. Ad ogni inversione di corrente viene invertita automaticamente la coppia di elementi rettificanti in azione.

USO DI RESISTENZE ADDIZIONALI.

Per l'uso degli strumenti a bobina mobile con raddrizzatore occorre che le resistenze in parallelo per le misure di correnti, o quelle in serie per le misure di tensioni, siano presenti nel lato a corrente alternata, affinchè il raddrizzatore non venga mai percorso da corrente superiore alla massima consentita. La figura 55 indica un voltmetro a 1000 ohm per volt ottenuto con un milliamperometro da 1 mA e relativo raddrizzatore ad ossido. La resistenza *R* è inserita prima *del raddrizzatore*.

La figura 56 indica un milliamperometro per correnti continue adattato, con l'uso del raddrizzatore, per la misura

di correnti alternate. Le varie resistenze in parallelo possono venir incluse con un commutatore e sono presenti prima del raddrizzatore.

In ogni caso occorre che lo strumento sia collegato per-

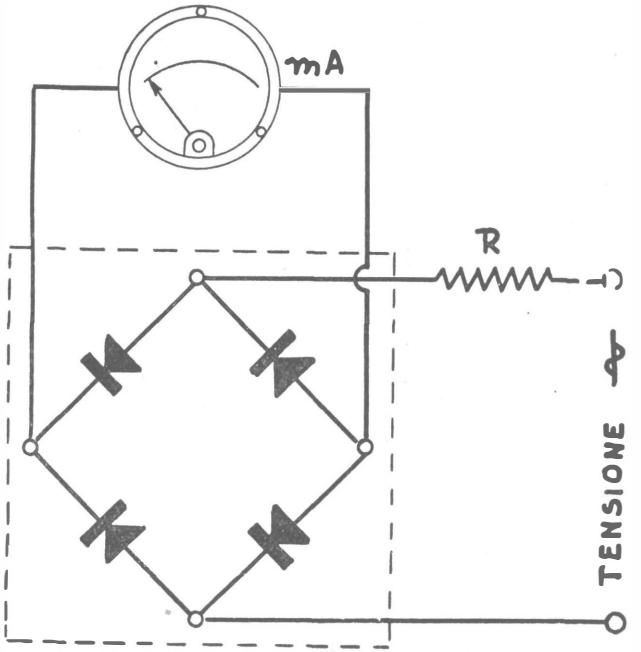


Fig. 55. - Voltmetro per corrente alternata ottenuto con milliamperometro e rettificatore ad ossido.

manentemente al raddrizzatore. Occorre evitare che il raddrizzatore venga inserito nel circuito a corrente alternata senza che lo strumento sia collegato ai capi a corrente continua. Se ciò avviene il raddrizzatore viene messo fuori uso, dato che risulta sottoposto all'intera tensione della linea.

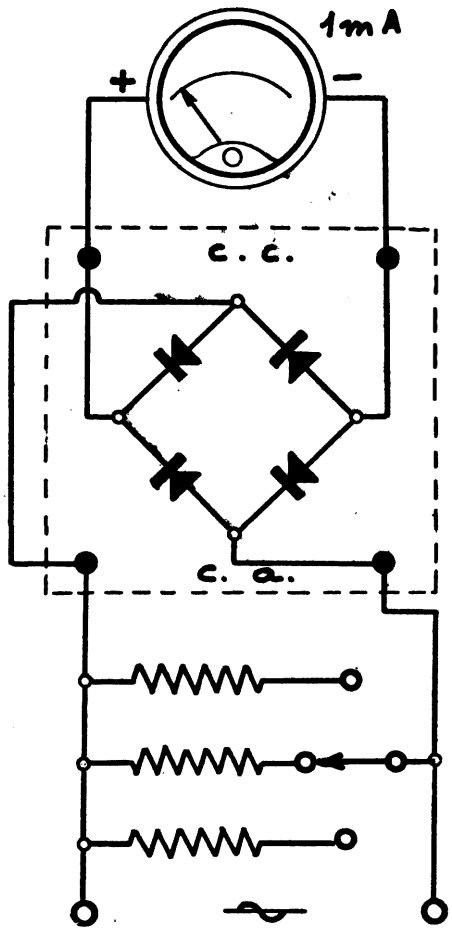


Fig. 56. - Come un milliamperometro per correnti continue può venir adattato per la misura di correnti alternate.

28. Volt-milliamperometro per corrente continua e alternata.

Per poter realizzare uno strumento sia per misure di tensioni che per quelle di correnti, e che funzioni tanto per corrente continua quanto per corrente alternata, occorre che ad un normale strumento volt-milliamperometro per corrente continua vengano aggiunti un raddrizzatore ad ossido

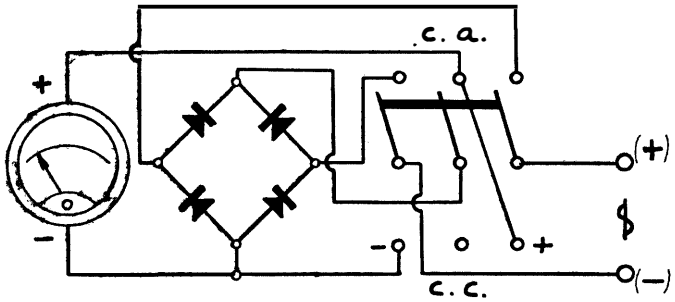


Fig. 57. - Come si ottiene il passaggio da misure in continua a quelle in alternata.

ed un inversore a tre vie ed a due sezioni, come indica la figura 58.

Quando l'inversore si trova nella posizione indicata dalla figura, lo strumento è adatto solo per misure a corrente continua. Abbassando il pulsante, lo strumento diventa adatto solo per misure relative alla corrente alternata. Al posto dell'inversore può venir usato un commutatore.

La figura 57 indica con maggiore evidenza il passaggio dalla posizione « continua » alla posizione « alternata ».

Il valore delle resistenze per le portate sia voltmetriche che milliamperometriche si calcolano nel solito modo, con le note formule. *Le stesse resistenze possono servire sia per le misure in continua che per quelle in alternata.* I valori

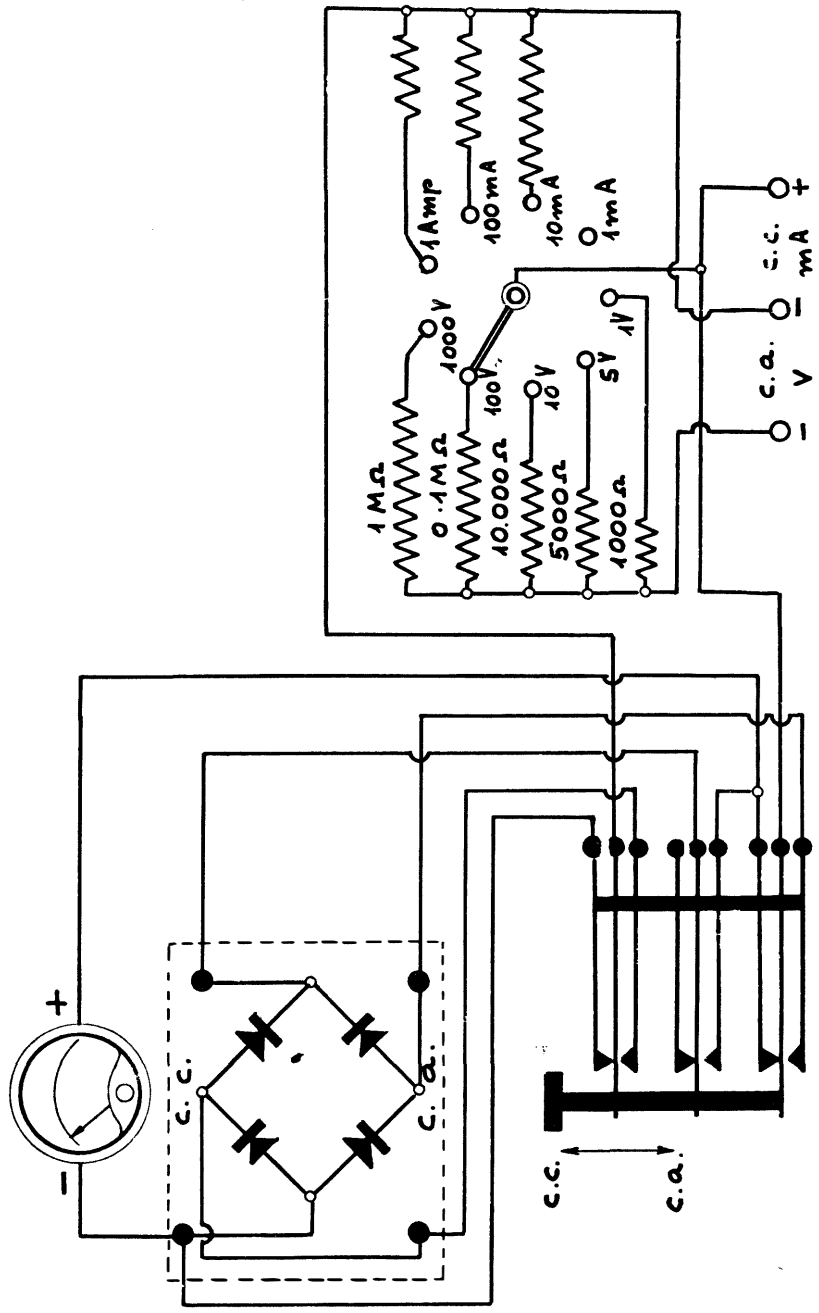


Fig. 58. - Schema di volt-milliamperometro per corrente continua e per corrente alternata.

delle resistenze per le portate milliamperometriche non sono indicate, dato che variano con la resistenza interna dello strumento usato.

È necessario che le resistenze siano antinduttive, del tipo a filo avvolto, con tolleranza di 0,5 o 1 %.

29. Ohmmetro-voltmetro-milliamperometro per corrente continua e alternata.

La figura 59 indica lo schema di uno strumento di misura universale, ossia adatto per la misura di tensioni e intensità di correnti sia in continua che in alternata, e che in più consente la misura di resistenze; quindi un voltmetro-milliamperometro-ohmmetro per correnti continue e per correnti alternate.

Il milliamperometro usato è un Weston mod. 301 A. C.-D.C., da 1 mA, comprendente il raddrizzatore ad ossido, per cui i suoi terminali sono quattro. La scala del milliamperometro, già tarata per le varie portate sia in continua che in alternata, è indicata dalla figura 60.

La portata voltmetrica più bassa è di 1 volt, ed è limitata alla solo tensione continua. Vengono quindi le portate a 5 V, a 10 V, 50 V, 100 V, 250 V, 500 V e 1000 V, tanto per continua quanto per alternata. Per le misure d'intensità di corrente sono previste 4 portate, e tutte soltanto per corrente continua, non essendo normali queste misure con correnti alternate negli apparecchi radio. Le 4 portate sono: sino a 10 mA, sino a 50 mA, sino a 100 mA e sino a 500 mA. Per la misura delle resistenze sono previste due portate: sino a 10 000 ohm e sino a 100 000 ohm.

Per il passaggio da una portata all'altra sono usati due inversori, uno a due vie ed uno a tre vie, nonchè tre interruttori semplici. Gli inversori potrebbero anche essere sostituiti con commutatori rotanti.

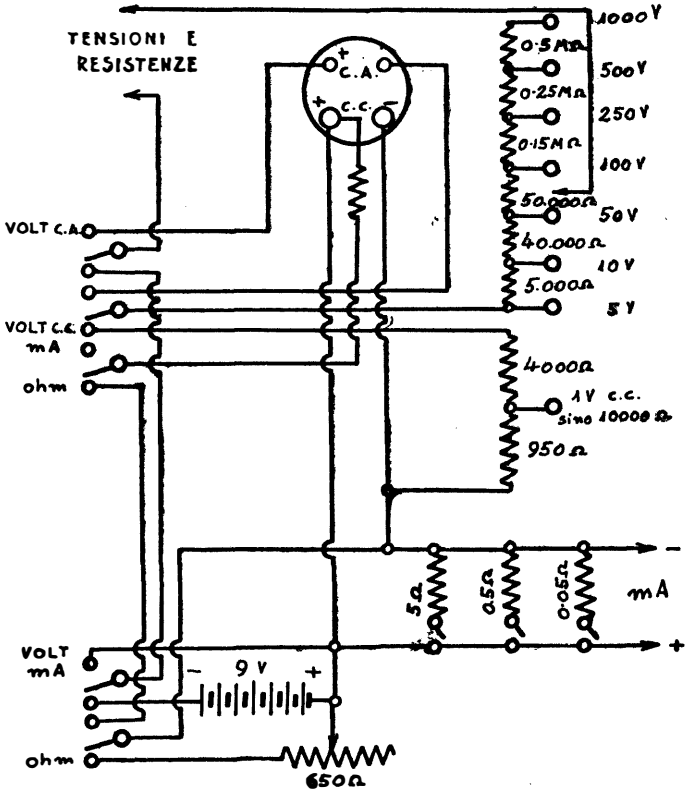


Fig. 59. - Schema di voltmetro-milliamperometro-ohmmetro, per corrente continua e per corrente alternata.

30. Esempio di misuratore universale.

Gli strumenti che servono per la misura di tensioni e di correnti sia in continua che in alternata, e che in più possono provvedere a misure di resistenze e di condensatori vengono detti, per semplicità, *misuratori universali*.

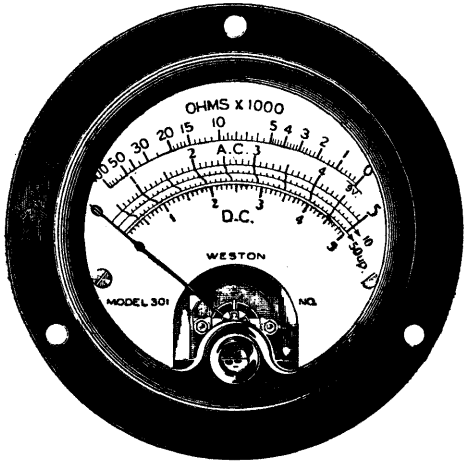


Fig. 60. - Milliamperometro provvisto di raddrizzatore ad ossido, e con scala adatta per misure in corrente continua (D. C.) e in corrente alternata (A. C.).

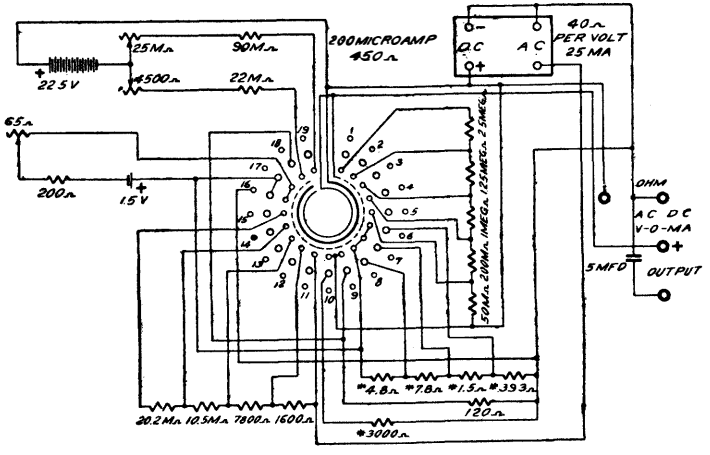


Fig. 61. - Schema di misuratore universale Triplett mod. 1200. (Output significa uscita).

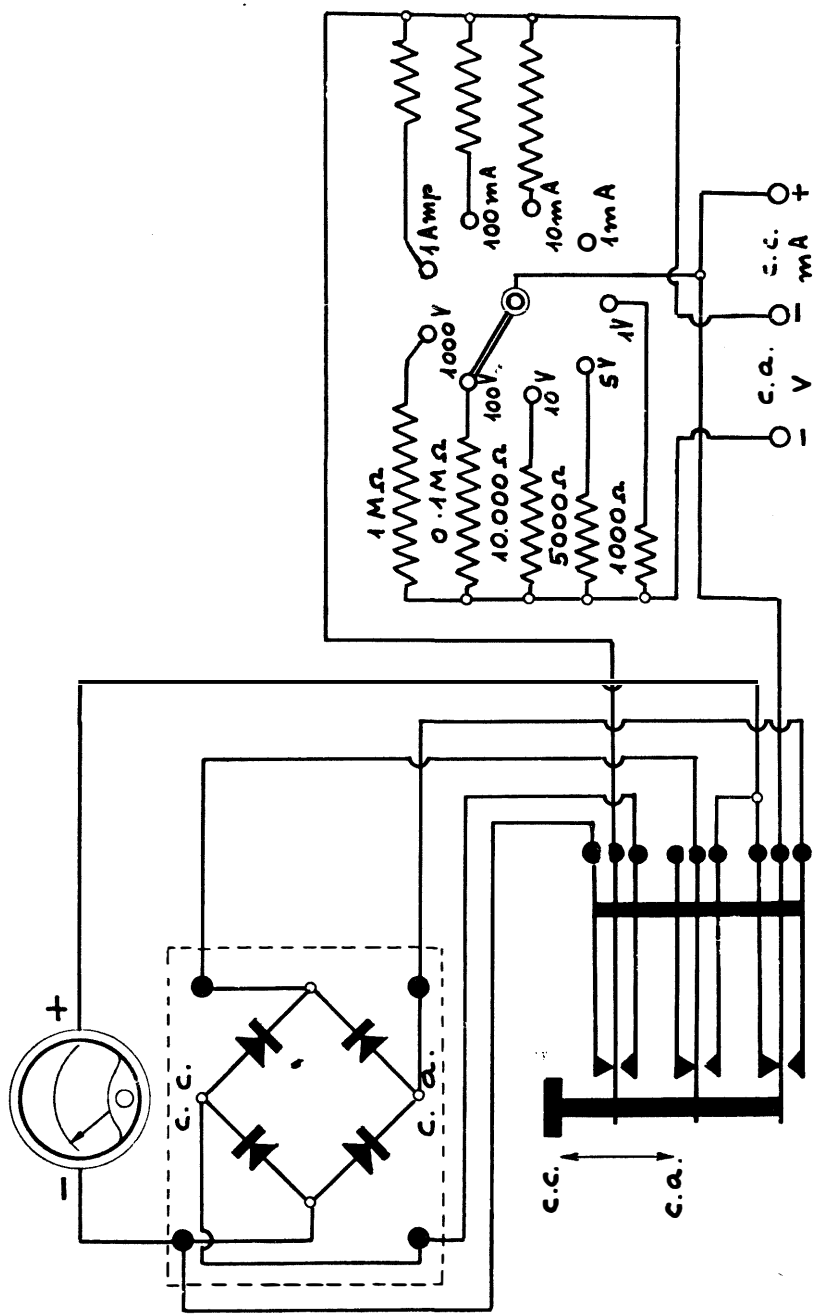


Fig. 58. - Schema di volt-milliamperometro per corrente continua e per corrente alternata.

delle resistenze per le portate milliamperometriche non sono indicate, dato che variano con la resistenza interna dello strumento usato.

È necessario che le resistenze siano antinduttive, del tipo a filo avvolto, con tolleranza di 0,5 o 1 %.

29. Ohmmetro-voltmetro-milliamperometro per corrente continua e alternata.

La figura 59 indica lo schema di uno strumento di misura universale, ossia adatto per la misura di tensioni e intensità di correnti sia in continua che in alternata, e che in più consente la misura di resistenze; quindi un voltmetro-milliamperometro-ohmmetro per correnti continue e per correnti alternate.

Il milliamperometro usato è un Weston mod. 301 A. C.-D.C., da 1 mA, comprendente il raddrizzatore ad ossido, per cui i suoi terminali sono quattro. La scala del milliamperometro, già tarata per le varie portate sia in continua che in alternata, è indicata dalla figura 60.

La portata voltmetrica più bassa è di 1 volt, ed è limitata alla solo tensione continua. Vengono quindi le portate a 5 V, a 10 V, 50 V, 100 V, 250 V, 500 V e 1000 V, tanto per continua quanto per alternata. Per le misure d'intensità di corrente sono previste 4 portate, e tutte soltanto per corrente continua, non essendo normali queste misure con correnti alternate negli apparecchi radio. Le 4 portate sono: sino a 10 mA, sino a 50 mA, sino a 100 mA e sino a 500 mA. Per la misura delle resistenze sono previste due portate: sino a 10 000 ohm e sino a 100 000 ohm.

Per il passaggio da una portata all'altra sono usati due inversori, uno a due vie ed uno a tre vie, nonchè tre interruttori semplici. Gli inversori potrebbero anche essere sostituiti con commutatori rotanti.

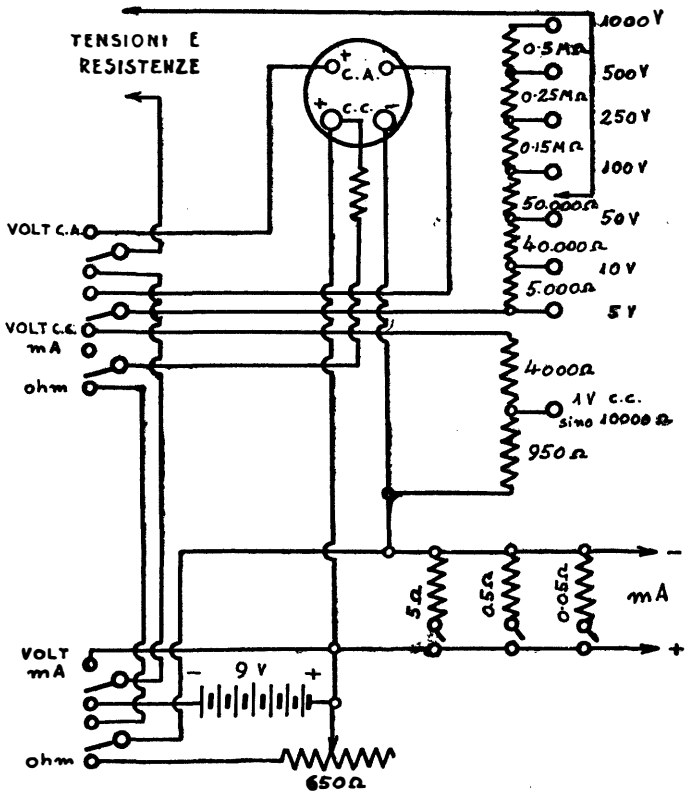


Fig. 59. - Schema di voltmetro-milliamperometro-ohmmetro, per corrente continua e per corrente alternata.

30. Esempio di misuratore universale.

Gli strumenti che servono per la misura di tensioni e di correnti sia in continua che in alternata, e che in più possono provvedere a misure di resistenze e di condensatori vengono detti, per semplicità, *misuratori universali*.

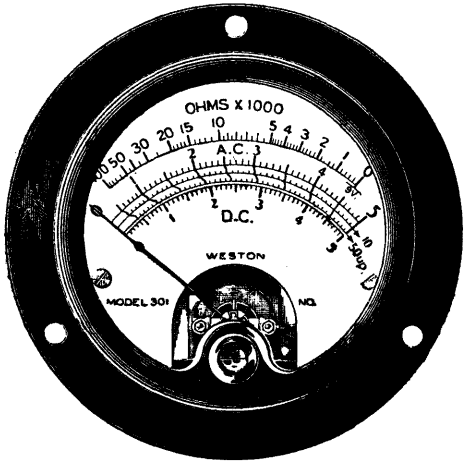


Fig. 60. - Milliamperometro provvisto di raddrizzatore ad ossido, e con scala adatta per misure in corrente continua (D. C.) e in corrente alternata (A. C.).

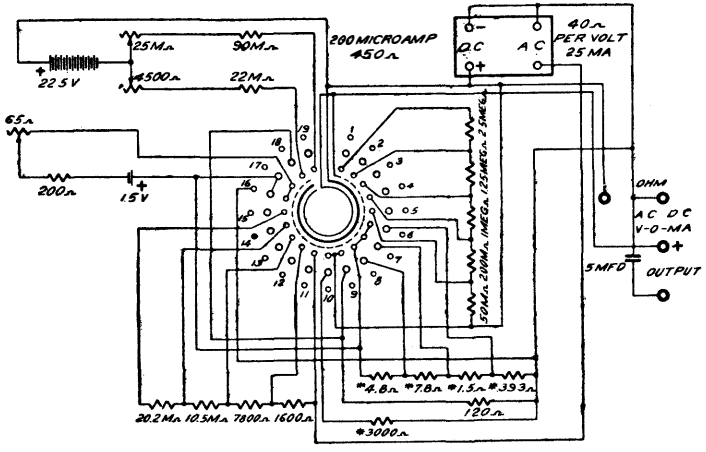


Fig. 61. - Schema di misuratore universale Triplett mod. 1200. (Output significa uscita).

Lo schema di figura 61 è appunto quello di un misuratore universale che consente misure di tensioni, continue o alternate, con le seguenti sensibilità: 10, 50, 250, 500 e 1000 volt, nonchè le seguenti misure di correnti continue: 0,25,

Fig. 62. - Aspetto del misuratore universale di fig. 61.

1, 10, 50 e 250 milliampere. Le resistenze possono venir misurate con quattro portate, e precisamente con la più bassa da 0,5 a 500 ohm, con circa 13 ohm di centro scala; e quindi con le seguenti portate massime: sino a 1500 ohm, sino a 1,5 megaohm e sino a 7,5 megaohm, con centri scala rispettivamente a 240, 24 000 e 120 000 ohm.

Un commutatore a tre sezioni e 19 vie provvede ad adattare il misuratore per le diverse portate. L'aspetto esterno del misuratore è indicato dalla figura 62.

31. Misuratore universale Weston mod. 772.

È uno strumento molto sensibile che consente misure di tensione con la sensibilità di 20 000 ohm per volt, se in corrente continua, e con la sensibilità di 1000 ohm per volt se in corrente alternata. Per le misure di tensioni continue, l'assorbimento massimo è di 50 microampere, dato che lo strumento è fornito appunto di un microamperometro con portata massima di 50 μA. Ciò rende possibile letture accurate delle tensioni di griglia nonchè delle tensioni di scher-

mo o di placca negli stadi ove sono presenti resistenze di elevato valore.

Le portate voltmetriche sono 5, tanto in alternate quanto in continua, e precisamente: 2,5 V, 10 V, 50 V, 250 V e 1000 V.

MISURE DI RESISTENZA.

L'analizzatore consente *misure di resistenze* da 1/4 di ohm a 30 megaohm. Per letture da 1/4 di ohm sino a 3000 ohm va usata la portata *R* (fig. 63). Vi sono altre tre

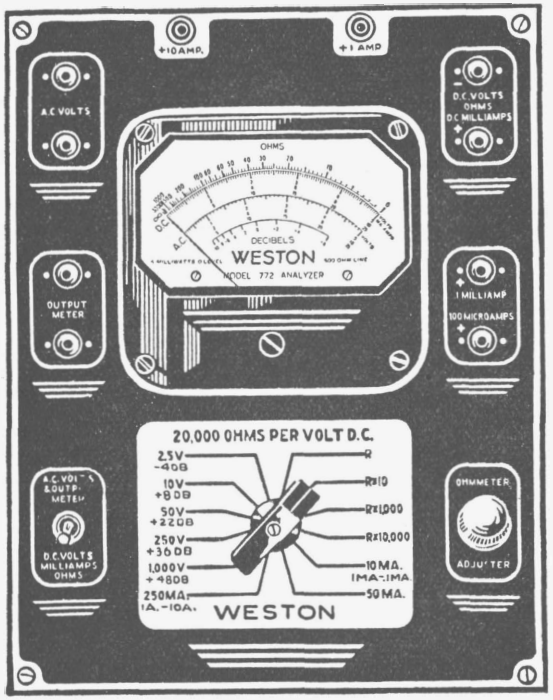


Fig. 63. - Misuratore universale Weston mod. 772.

portate per le quali la portata iniziale va moltiplicata per 10, per 1000 o per 10 000, in modo da consentire misure di resistenze sino a 30000, sino a 3 megaohm e sino a 30 megaohm. Per la misura delle resistenze sono presenti nell'analizzatore due batterie, una da 1,5 volt, per le tre prime portate, e l'altra di 15 volt per l'ultima portata.

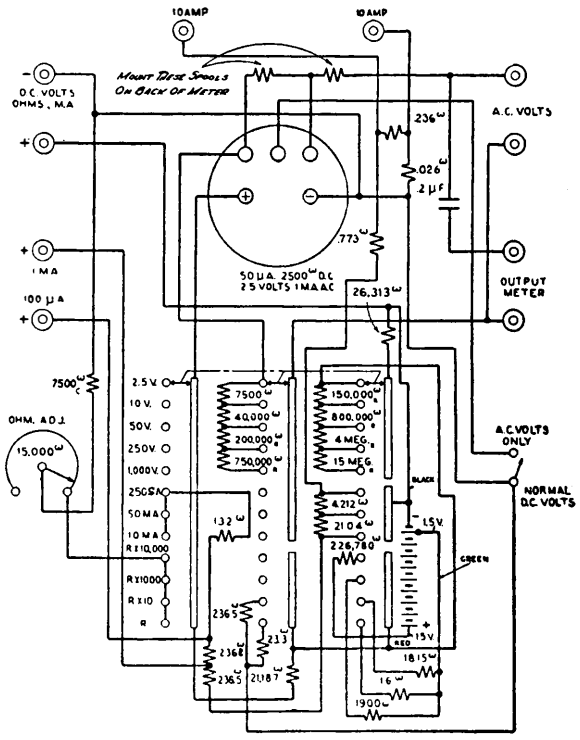


Fig. 64. - Schema dell'analizzatore Weston mod. 772, (Output meter = misuratore d'uscita; Ac volts only = soltanto tensione alternata; green = verde; ohm adj = messa a zero).

MISURA D'INTENSITÀ DI CORRENTE.

Per *misure di intensità di corrente* sono disponibili 8 portate, da 50 microampere a 10 ampere. Il commutatore dell'analizzatore (fig. 63), presenta tre sole posizioni per le misure d'intensità, la prima comune per 100 microampere, per 1 mA e per 10 mA; la seconda per la sola portata di 50 mA e la terza comune per le portate di 250 mA, 1 ampere e 10 ampere. Per le portate in comune vengono usate le quattro prese + 100 μA, + 1 mA, + 1 A e + 10 A. Per letture con la portata massima di 50 microampere, ossia per quelle che richiedono la sensibilità più elevata, e per le quali ciascuna divisione della scala corrisponde a mezzo microampere, il commutatore va posto nella posizione 2,5 volt; in tal modo sono escluse tutte le resistenze salvo una, come si può osservare nello schema di figura 64. Questa resistenza è appunto quella che determina la portata di 2,5 volt. Non ha praticamente effetto sulla lettura in microampere, mentre protegge lo strumento da eventuali sovracarichi.

MISURATORE D'USCITA.

L'analizzatore può venir usato quale *misuratore d'uscita* (output meter). In tal caso è inserito un condensatore di 0,2 μF nel circuito usato per la misura delle tensioni in alternata. Serve pure per la *misura dei decibel*, da — 14 db a + 54 db, in cinque portate.

MISURA DI CAPACITÀ.

La *misura di capacità* può essere ottenuta usando un piccolo trasformatore di tensione, con l'avvolgimento secondario a 50 volt e con due prese, una a 2,5 volt ed una a 10 volt. Queste tre tensioni consentono altrettante portate per la misura delle capacità, e precisamente:

2,5 volt c. a. = da 10 000 pF a 10 μF
10 volt c. a. = da 5 000 pF a 2 μF
50 volt c. a. = da 400 pF a 1 μF

Il trasformatore va usato con l'analizzatore come indica la figura 65, nella quale con *R* è indicato un reostato di

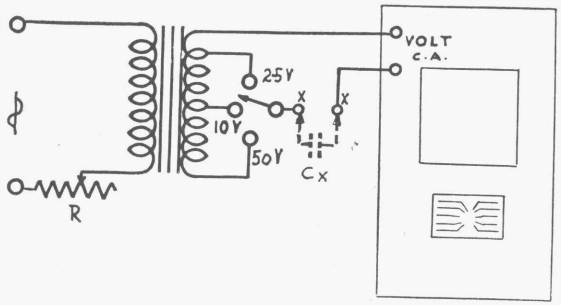


Fig. 65. - Come si adatta l'analizzatore di fig. 63 per misure di capacità.

circa 500 ohm, e con *X X* i terminali ai quali va collegato il condensatore da misurare. La lettura va fatta con il commutatore su 2,5 volt c. a. e va riferita a tre curve di tara-

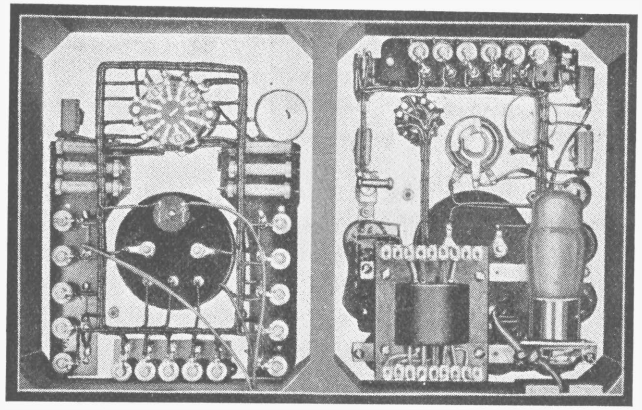


Fig. - 66. Aspetto interno (a sinistra) dell'analizzatore universale mod. 772.

tura che devono venir preparate con condensatori di valore conosciuto.

L'aspetto interno dello strumento è indicato dalla figura 66, a sinistra. La parte destra della stessa figura si riferisce all'interno del provavalvole che spesso viene accoppiato all'analizzatore.

32. Misuratore universale G. G. Universal modello 172.

Lo schema di questo analizzatore è indicato dalla figura 67.

È adatto per misure di tensioni continue o alternate con le seguenti sensibilità: 1, 5, 10, 50, 100, 250, 500 e 1000 volt; per misure di intensità di corrente con le seguenti sensibilità: 10, 50, 100, 250 e 500 mA; nonchè per la misura di resistenze con due portate: sino a 100 000 ohm e sino a 1 megaohm, per la misura di capacità con tre portate: sino a 0,25 sino a 2,5 e sino a 25 microfarad. Le misure di tensioni continue vengono ottenute con la sensibilità di 1000 ohm per volt.

Lo strumento è adatto anche per essere usato quale misuratore d'uscita. Presenta la caratteristica originale di poter venire alimentato con batterie per la misura delle resistenze o con la tensione alternata della rete luce per la misura delle capacità.

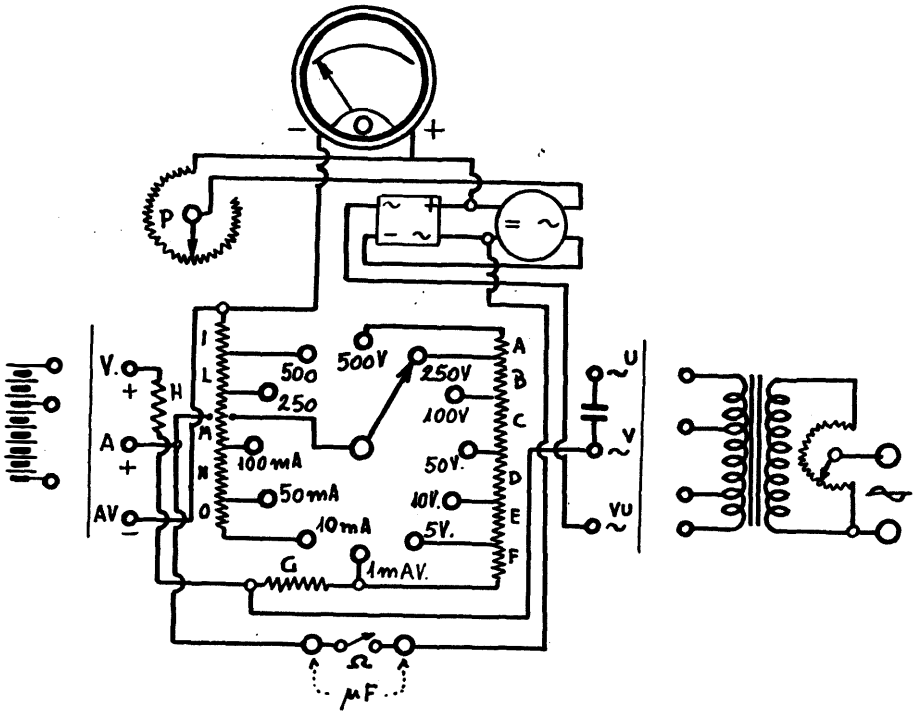


Fig. 68. - Schema del misuratore universale G. G. Universal mod. 172.

I valori indicati sono i seguenti:

A = 0,25 M Ω; B = 0,15 M Ω; C = 50 000 Ω; D = 40 000 Ω.
E = 500 Ω; F = 4000 Ω; G = 300 Ω; H = 600 Ω.
I = 0,2 Ω; L = 0,2 Ω; M = 0,61 Ω; N = 1,03.
O = 9,0 Ω; P = 2,000 Ω; Q = 0,5 μ F.

CAPITOLO QUINTO

MISURE DI CAPACITÀ

33. Prova dei condensatori.

I dispositivi per la prova dei condensatori vengono detti *provacondensatori o analizzatori di condensatori.*

Non sono adatti per misure di capacità, ma esclusivamente per indicarne lo stato in cui si trovano i condensatori in esame. Per la misura della capacità servono gli strumenti detti *capacimetri.*

Per la grande quantità di condensatori presenti negli attuali apparecchi radio, il loro controllo risulta assai spesso necessario. Molti difetti che sembrano dovuti a cause oscure dipendono da condensatori a mica od a carta, inclusi nei circuiti a radiofrequenza, che si interrompono o che vanno in cortocircuito con intermittenza, o che presentano internamente una saldatura fatta male, e che perciò rappresenta una specie di alta resistenza posta in serie alla capacità. Quest'ultimo difetto dei condensatori viene però messo in evidenza solo dai capacimetri.

34. Principio di funzionamento dei capacimetri.

Il funzionamento dei capacimetri è analogo a quello degli ohmmetri. Anche nei capacimetri è usato un milliamperometro al quale viene applicata una tensione, che invece di essere continua è alternata. Il principio è quello indicato dalla figura 68 in *A.* Il condensatore da misurare è posto

in serie con un milliamperometro. Maggiore è la capacità del condensatore, minore è la sua reattanza, e quindi maggiore è la corrente che scorre attraverso ad esso ed allo strumento, e maggiore è quindi lo spostamento dell'indice. Mi-

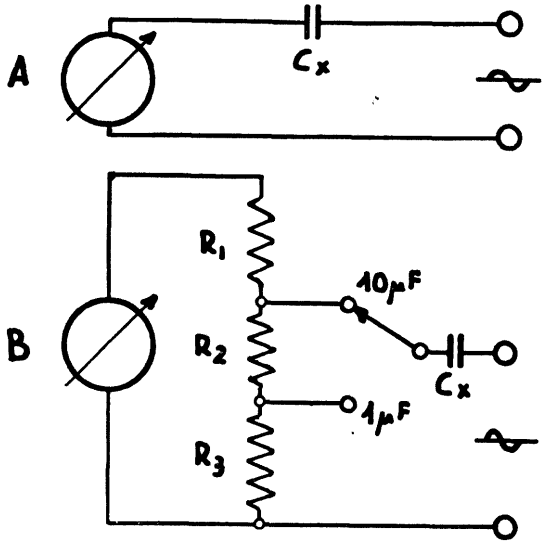


Fig. 68. - Principio di funzionamento degli strumenti per la misura di capacità di condensatori, ossia dei « capacimetri ».

nore è la capacità, minore è la reattanza, minore l'intensità di corrente e minore è lo spostamento dell'indice.

È evidente che il milliamperometro deve essere del tipo per corrente alternata, ossia deve essere provvisto di rettificatore ad ossido, e che lo strumento può venir adattato per più portate, con un solito partitore di tensione, come indica la stessa figura in *B*, e come sarà dimostrato con qualche esempio.

Questo tipo di capacimetri è detto *a reattanza*. Per misure più precise si usano i capacimetri *a ponte* (par. 63).

REATTANZA DEI CONDENSATORI.

La corrente alternata che scorre in un condensatore dipende dalla sua reattanza (X_c) e dalla tensione (E) applicata ai suoi capi. La reattanza, a sua volta, dipende dalla capacità (C) e dalla frequenza (*f*) della tensione applicata, ossia $X_c = 1 : 6{,}28 \times f \times C$. Sicchè LA REATTANZA DIMINUISCE CON L'AUMENTARE DELLA FREQUENZA E CON L'AUMENTARE DELLA CAPACITÀ.

Ad una data frequenza, per es., 50 periodi, la reattanza dipende solo dalla capacità, ossia: $X_c = 1 : 31{,}40 \times C$. Se anche la tensione rimane costante, la corrente attraverso il condensatore dipende soltanto dalla sua capacità.

È possibile perciò tarare lo strumento di misura direttamente in microfarad, oppure preparare una tabella di taratura mediante un certo numero di condensatori di capacità nota.

MESSA A ZERO.

Occorre che il capacimetro sia provvisto (come avviene per gli ohmmetri) di *messa a zero* dello strumento. Infatti, quando il condensatore è messo in corto circuito, occorre che la tensione applicata allo strumento sia tale da consentire all'indice di giungere a fondo scala. Se è usato uno strumento della portata massima di 1 mA, la tensione applicata dovrà essere tale da consentire il passaggio attraverso di esso di un mA esatto.

COME SI REALIZZA UN CAPACIMETRO.

La figura 68 indica un esempio pratico di capacimetro, ridotto nella sua più semplice realizzazione. Consiste di un milliamperometro provvisto del relativo raddrizzatore ad ossido, di una resistenza variabile (R_1) di 25 000 ohm, e di una resistenza fissa (R_2) di 100 000 ohm. La portata dello strumento va da circa 1000 a 1 000 000 pF.

È evidente che diminuendo il valore della resistenza R_1, nel circuito formato dalle due resistenze in serie scorrerà una corrente d'intensità maggiore, quindi il capacimetro

risulterà adatto per misure di capacità più elevate. Vi potranno essere tre o quattro resistenze fisse, ed altrettante variabili. Il capacimetro avrà in tal caso tre o quattro portate, esattamente come nel caso degli ohmmetri.

La resistenza fissa determina la capacità per la quale

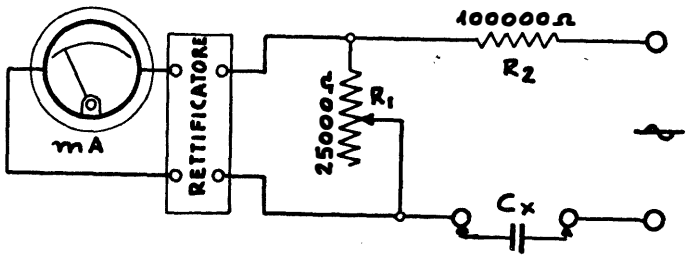


Fig. 69. - Esempio di semplice capacimetro.

l'indice dello strumento giunge a metà della scala, ossia la capacità che per la frequenza e la tensione della rete presenta la reattanza corrispondente.

MISURE DI CAPACITÀ CON IL VOLTMETRO.

Osservando la fig. 69 si nota che il capacimetro descritto non è altro che un voltmetro per corrente alternata (un milliamperometro con in parallelo una resistenza), e ne conse-

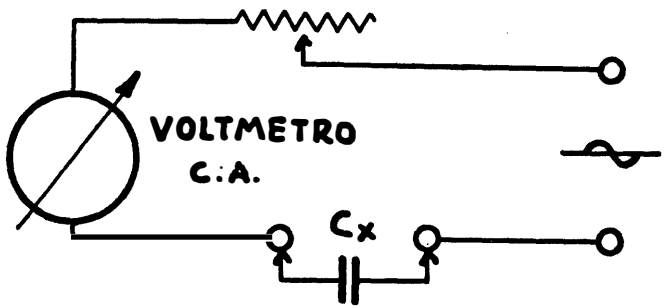


Fig. 70. - Il voltmetro per c. a. può venir usato per misure di capacità.

gue che i voltmetri per corrente alternata possono servire per misure di capacità, come indica la figura 70, in cui la resistenza variabile serve per compensare le variazioni di tensione della rete. Con un voltmetro di 100 V massimi e con una tensione di 125 V della rete, la resistenza variabile deve essere di circa 3500 ohm. La portata di un simile capacimetro dipende dalla resistenza interna del voltmetro. Lo si può tarare disegnando la curva di riferimento mediante un certo numero di condensatori di capacità nota.

CAPACIMETRI DEL TIPO IN SERIE.

Per gli ohmmetri si è visto che vi sono i tipi *in parallelo*, ed i tipi *in serie*. Per i capacimetri avviene la stessa cosa. Quello della figura 71 appartiene al tipo con resistenza in parallelo. Appartiene invece al tipo con resistenza in serie quello della figura 70.

Le resistenze R_1, R_2 ed R_3 formano un partitore di tensione. La tensione applicata deve essere tanto più bassa quanto maggiore è la capacità del condensatore in esame. Il valore delle resistenze è approssimativo, in quanto dipende dalla frequenza. Aumentando la frequenza diminuisce il valore delle resistenze, e viceversa. La resistenza di 5000 ohm non varia con la frequenza.

35. Costruzione di capacimetro a lettura indiretta.

Con mezzi assai semplici è possibile realizzare un capacimetro a lettura indiretta, il cui principio di funzionamento è di applicare una tensione alternativa nota al condensatore di capacità sconosciuta, misurando l'intensità di corrente che scorre in esso. Non è adatto ove occorra misurare rapidamente la capacità di moltissimi condensatori, perchè la lettura al milliamperometro va riportata su un diagramma dal quale si desume il valore in microfarad. Non è neppure molto preciso. È senz'altro utile per laboratori di collaudo e riparazione di ricevitori.

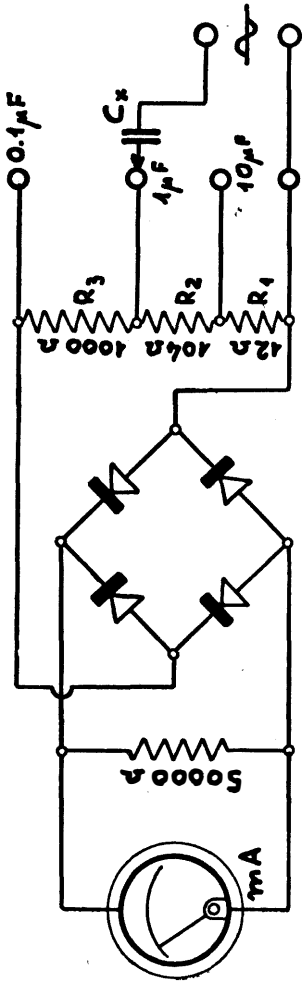


Fig. 71. - Esempio di capacimetro del tipo «in parallelo».

Il circuito fondamentale è indicato dalla figura 71. La resistenza regolabile di 200 ohm serve a prelevare dalla rete una tensione costante, indicata dal voltmetro. Non è necessario sia una resistenza variabile, salvo il caso in cui la tensione della rete subisca forti e frequenti variazioni.

Le varie parti possono venir convenientemente distribuite, collocando sul panello i due strumenti di misura, i due interruttori ed il commutatore. La lampadina a basso wattag-

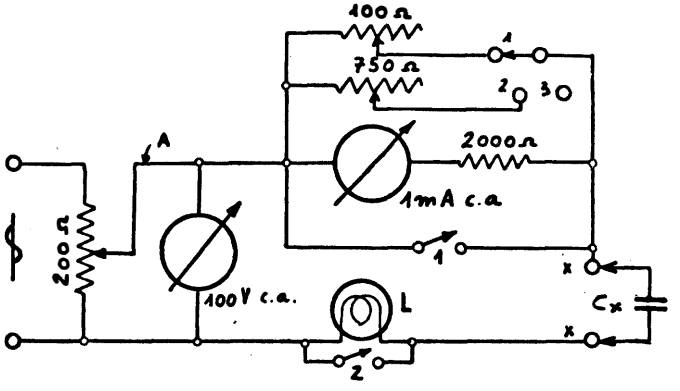


Fig. 72. - Schema di capacimetro a lettura indiretta.

gio *L* serve per indicare il cortocircuito, e va posta dietro il panello, in modo che l'accensione possa essere vista.

Il capacimetro ha tre portate. Esse dipendono dalla frequenza della tensione-rete. Se la frequenza è di 42 periodi, la prima portata (1 del commutatore) va da 0,14 μF a 1,82 μF (si veda il diagramma di figura 74), la seconda va da 0,014 μF a 0,18 μF mentre la terza va da 1400 pF a 18,200 pF.

Se la frequenza è diversa da quella di 42 periodi, le portate suddette vanno moltiplicate per 42 : f, in cui f è la nuova frequenza.

Il capacimetro serve ottimamente per la misura dei con-

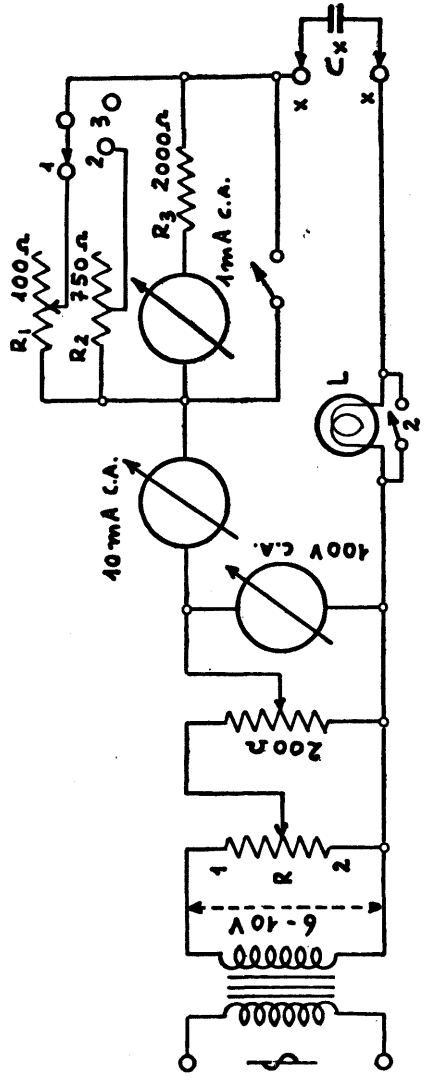


Fig. 73. - Come si provvede alla taratura del capacimetro di fig. 72.

densatori a carta, e per quelli a mica da 1400 pF ad oltre. *Non può venire adoperato per condensatori elettrolitici.*

TARATURA DEL CAPACIMETRO.

La taratura del capacimetro è di essenziale importanza e per ottenerla occorre collegare provvisoriamente lo strumento al secondario di un piccolo trasformatore per accensione (da 6 a 10 volt) con in parallelo un potenziometro *R* a bassa resistenza. Nel punto *A* della figura 72 va inserito un milliamperometro come indica la figura 73. Deve consentire la lettura sino a 10 mA c. a. e sino a 100 mA c. a.

I terminali x x vanno messi in corto circuito. Il commutatore va collocato nella posizione 2; l'interruttore va chiuso. Il cursore del potenziometro *R* va messo nella posizione 2. Il trasformatore va quindi collegato alla rete. Tenendo d'occhio il voltmetro e il milliamperometro da 10 mA, occorre regolare il potenziometro *R*. La taratura va fatta regolando R_2 in modo che il milliamperometro indichi 1 mA quando l'altro indica 10 mA. Occorre variare la resistenza regolabile di 200 ohm, ed R_2 contemporaneamente. Se si raggiunge il fondo scala di 1 mA prima di giungere ai 10 mA sul milliamperometro ausiliario, occorre aumentare la resistenza R_2 e viceversa. La taratura è raggiunta quando alla lettura di 10 mA corrisponde quella di 1 mA.

La resistenza R_3 va tarata in modo che alla lettura di 100 mA sul milliamperometro ausiliario corrisponda quella di 1 mA sullo strumento del capacimetro. Tarate le due resistenze R_2 ed R_3, occorre provvedere affinchè non abbiano a variare, sigillandole.

Il corto circuito tra i terminali x e x va tolto. Al suo posto va messo un condensatore, per es., di 10 000 pF, ed il commutatore va messo nella posizione 1. L'interruttore 2 va aperto, mentre l'interruttore 1 va chiuso. Fatto ciò va tolto il trasformatore e il potenziometro *R*, il capacimetro, riportato nelle condizioni di figura 72 può venir inserito alla rete.

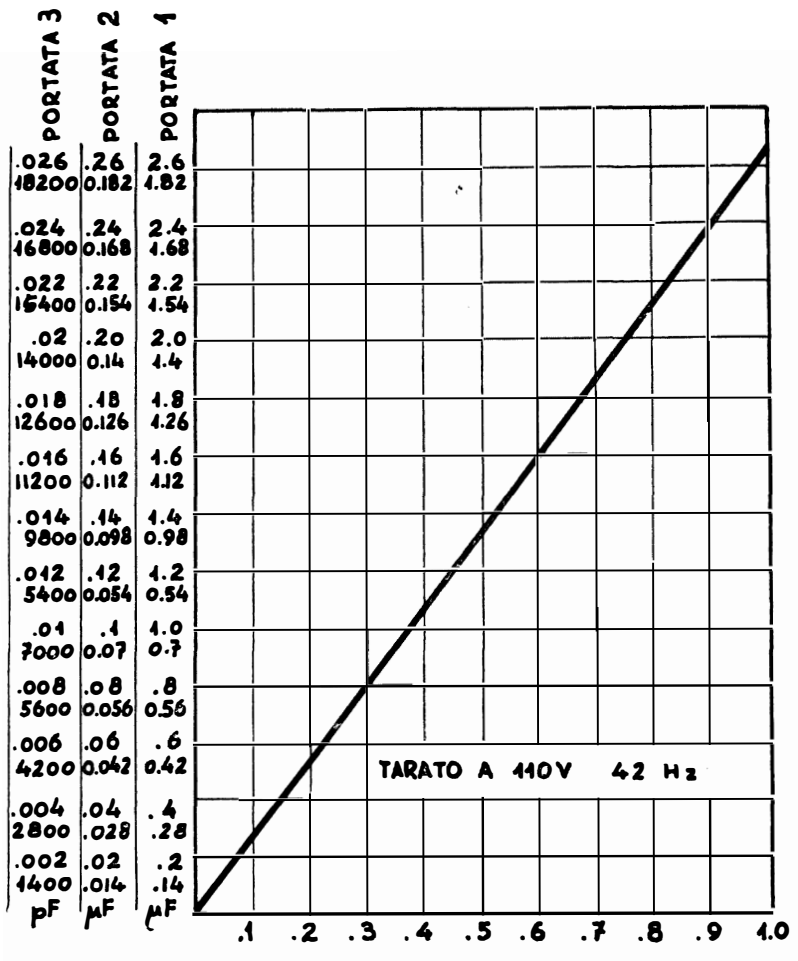


Fig. 74. - Diagramma di taratura del capacimetro di fig. 72.

La tensione di taratura della rete potrà essere di circa 100 volt. L'importante è che tale tensione rimanga invariata durante l'uso normale del capacimetro, controllandola con il voltmetro.

Se la lampadina *L* si accende, il condensatore è in corto e va eliminato. Se rimane spenta, l'interruttore 1 può venir aperto. L'indice dello strumento subirà solo un lieve movimento. Portando il commutatore nella posizione 2, l'indice non raggiungerà il decimo di mA; portandolo nella posizione 3, l'indice segnerà 5,2 mA, al cui valore corrisponde quello di 10 000 µF, e che può venir desunto dal diagramma.

Trattandosi di condensatore sconosciuto, occorre prima effettuare la prova del corto circuito, quindi adoperare la portata maggiore e scendere quindi alle minori, se la lettura ottenuta è insufficiente.

Eventualmente i due interruttori 1 e 2 possono venir combinati insieme e comandati con un pulsante. Occorre che quando è aperto l'interruttore 2 sia chiuso l'interruttore 1, e viceversa. In tal modo viene evitato il pericolo che l'interruttore 1 rimanga aperto durante le prove di corto circuito.

Il capacimetro descritto presenta il vantaggio di non richiedere una laboriosa taratura mediante condensatori campione, consentendo di utilizzare senz'altro il diagramma pronto, figura 74. È evidente che la taratura dell'apparecchio può venir controllata con condensatori di capacità nota e con tolleranza all'1 %.

36. Capacimetro per condensatori elettrolitici.

I capacimetri per condensatori elettrolitici si basano generalmente sul *metodo ad impedenza*. Esso consiste nel far passare una corrente alternata attraverso l'elettrolitico in esame, posto in serie con condensatore a dielettrico mica o carta, di capacità nota, figura 75. Dalla misura d'intensità della corrente è possibile determinare la capacità

del condensatore elettrolitico mediante la formula:

$$C_x = \frac{I \times C}{2\pi f E C - I}$$

dove C_x è la capacità del condensatore in esame, espressa in farad, C quella del condensatore di capacità nota, pure in farad, I l'intensità della corrente in ampere, ed E la tensione applicata ai due condensatori in serie, in volt. Se la

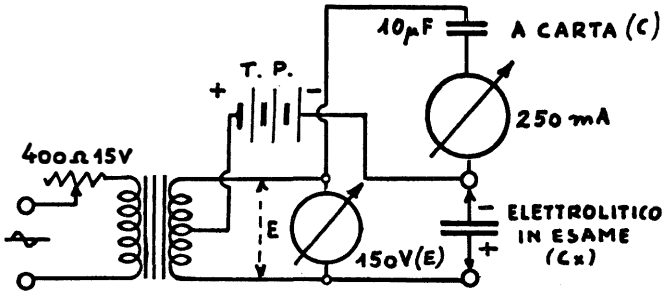


Fig. 75. - Esempio di capacimetro per condensatori elettrolitici.

frequenza, f, la tensione applicata e la capacità nota rimangono costanti, varia soltanto l'intensità di corrente, per cui lo strumento può essere provvisto di scala tarata direttamente in μF.

Nella figura 75 è presente una batteria di pile per fornire la tensione di polarizzazione all'elettrolitico in esame. Questa tensione non deve mai superare quella normale di lavoro del condensatore e deve essere in ogni caso superiore alla tensione alternata massima.

Esempio pratico: f=42 Hz; E=125 V; C=0,00001 F= =10 μF; in tal caso:

$$C_x = \frac{I \text{ (in A)} \times C \text{ (in F)}}{2\pi f \times (E \times C) - I} =$$

$$C_x = \frac{I \times C}{2\pi \times 42 \times (125 \times C) - I} =$$

$$C_x = \frac{I \times C}{(263{,}9 \times 125 \times 0{,}00001) - I} =$$

$$C_x = \frac{I \times C}{0{,}33 - I} = \frac{I \times 0{,}00001}{0{,}33 - I}$$

La capacità C_x dipende unicamente dall'intensità di corrente I, per cui la scala del capacimetro può venir tarata,

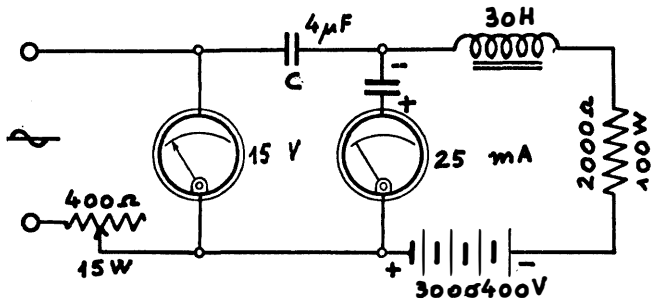


Fig. 76. - Schema di semplice capacimetro per condensatori elettrolitici. (La tensione della batteria deve essere da 300 a 400 volt).

come detto, direttamente in μF. Il calcolo può venir evitato con l'impiego di un certo numero di condensatori di capacità nota.

La figura 76 indica un esempio molto semplice e pratico di capacimetro per condensatori elettrolitici, basato sullo schema di principio precedente.

Il condensatore di 4 μF deve essere del tipo a carta, per tensione di lavoro di almeno 400 volt. La resistenza di 2000

ohm è inclusa per proteggere lo strumento in caso di condensatore elettrolitico in corto circuito.

Con il capacimetro staccato dalla rete, l'elettrolitico va inserito per misurare la *corrente di conduzione* (detta anche di

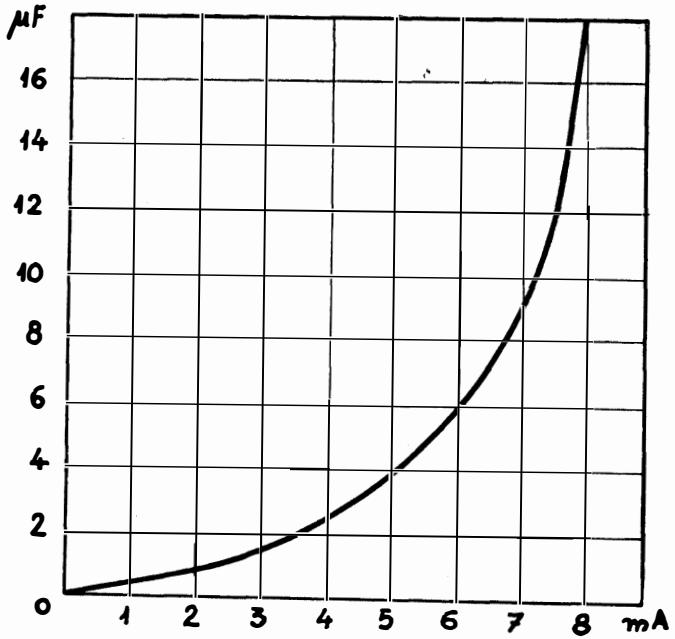


Fig. 77. - Esempio di curva di taratura di capacimetro per condensatori elettrolitici.

dispersione o di fuga). All'inizio questa corrente sarà di intensità piuttosto elevata. Dopo qualche minuto scenderà a valore normale, che dipenderà dalla capacità e dalla tensione di lavoro del condensatore. In media sarà di 0,1 mA per microfarad, per elettrolitici ad alta tensione di lavoro. Se la

corrente di conduzione rimane elevata, il condensatore è avariato.

Occorre riferire la lettura, una volta collegato il capacimetro alla rete, ad una tabella di taratura. In seguito la tensione della rete dovrà essere quella a cui è stata effettuata la taratura. A tale scopo il voltmetro ed il reostato servono per controllare tale tensione. La lettura ottenuta dal milliamperometro va quindi riferita alla tabella di taratura, dalla quale si ottiene la capacità in microfarad. Per la taratura del capacimetro possono servire alcuni condensatori elettrolitici di capacità nota. La figura 77 riporta la curva di taratura relativa al capacimento indicato, alla tensione di 110 volt, 60 periodi.

37. Principio dei ponti di capacità.

I *ponti di capacità* consentono una misura più esatta della capacità di quanto non sia possibile ottenere con i capacimetri. Essi sono costituiti da due resistenze e da due capacità, una delle quali è la sconosciuta, disposte come indica la figura 78.

Applicando una tensione alternativa ad una diagonale del ponte, essa è intesa al telefono, quando il ponte non è equilibrato. Se il rapporto fra le due resistenze $R_1 R_2$ è uguale al rapporto tra i due condensatori C_x e C_c, si ottiene il silenzio al ricevitore. In tal caso si ha:

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{C_x}{C_c} \qquad \text{ossia} \qquad C_x = \frac{R_1}{R_2} \times C_c.$$

Se le due resistenze sono dello stesso valore, il loro rapporto è uno, per cui in tal caso il silenzio al telefono si ottiene quando $C_x = C_c$, dove C_x è la capacità sconosciuta, e C_c la capacità campione.

La tensione alternativa può essere ottenuta direttamente

dalla rete, o meglio mediante una cicalina o oscillatore a frequenza fonica (fig. 37).

Il condensatore campione può avere valore fisso, ad esempio 1 μF, e può essere variabile una delle due resi-

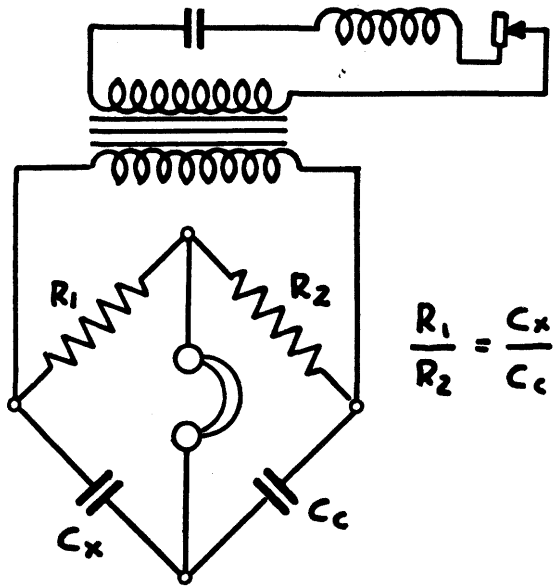


Fig. 78. - Esempio di ponte per misure di capacità. Quando $R_1 = R_2$, il silenzio alla cuffia si ottiene quando $Cx = Cc$.

stenze. In tal caso la capacità sconosciuta C_x è data dalla formula:

$$C_x = \frac{R_1}{R_2}$$

Quando si ottiene il silenzio portando la resistenza variabile allo stesso valore della fissa, evidentemente $C_x = 1$ μF.

DUE ESEMPI DI PONTE PER MISURE DI CAPACITÀ.

La figura 79 indica un esempio di ponte di capacità, non adatto per elettrolitici, con una resistenza variabile.

Quando, come nell'esempio fatto, $C_c = 1$ μF, il rapporto tra le due resistenze, indica immediatamente il valore di C_x in μF. Se il silenzio alla cuffia si ottiene quando

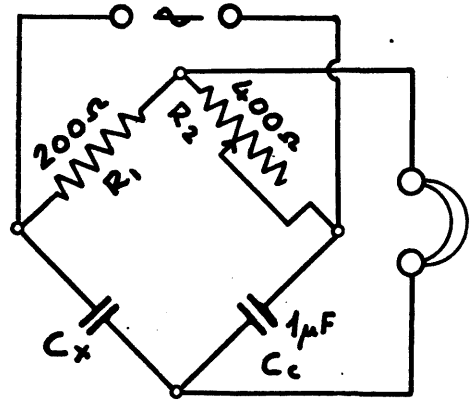


Fig. 79. - La capacità di Cx è espressa in μ F dal rapporto $S_1 : R_2$, e può venir letta sul quadrante di R_2.

$R_2 = 100$ ohm, la capacità sconosciuta è di 2 μF (ossia: 1 μF × 2); se il silenzio si ottiene quando $R_2 = 400$ ohm, $C_x = 0{,}5$ μF.

Le due resistenze R_1 ed R_2 potrebbero anche essere costituite da un potenziometro; il principio non varia affatto, però in tal modo si possono ottenere rapporti più ampi.

La figura 80 indica un esempio di ponte di capacità non adatto per elettrolitici, in cui le due resistenze sono sostituite da un potenziometro, di 200 ohm complessivi. Quando il cursore si trova al centro, i due tratti del potenziometro sono eguali, quindi il ponte si comporta come se le due parti fossero due resistenze fisse di 100 ohm

ciascuna. In tal caso il rapporto è uguale ad 1, per cui $C_x = C_c$. La posizione del cursore potrà anche essere tale da dare a R_2 un valore doppio di R_1, allora il rapporto sarà 0,5, e quindi C_x sarà la metà di C_c, qualunque sia il

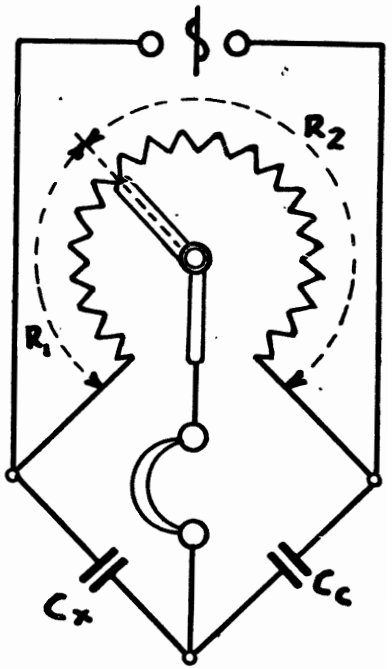


Fig. 80. - Ponte di capacità a potenziometro.

valore di quest'ultimo. Potrà anche avvenire che il silenzio si ottenga quando R_1 avrà un valore doppio di R_2, ed in tal caso il rapporto sarà 2, per cui $C_x = 2\ C_c$. Così per qualsiasi altro rapporto dei due rami del potenziometro.

La posizione del cursore può venir indicata da una scala, sulla quale si possano leggere direttamente i rapporti, come

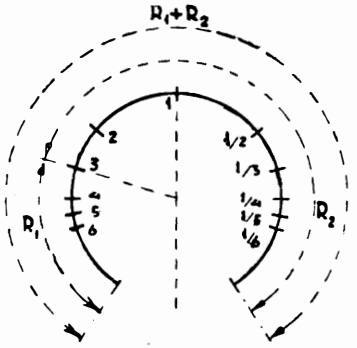


Fig. 81. - Come può venir segnata la scala del quadrante del potenziometro di fig. 135.

ad esempio quella di figura 81. Per la taratura della scala occorre adoperare un ohmmetro, e stabilire la resistenza dei due rami, e quindi definire i rapporti.

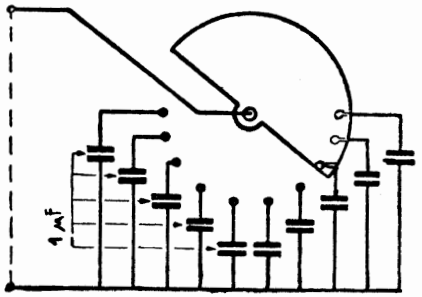


Fig. 82. - Il condensatore Cc di fig. 80 può venir sostituito da un certo numero di condensatori di 1 μF ciascuno.

La precisione della lettura diminuisce man mano che ci si allontana dall'unità. Con un potenziometro di media

precisione, si possono ottenere rapporti sino a 6 da un lato e sino ad 1/6 dal lato opposto. Oltre tali rapporti è opportuno sostituire il condensatore campione. Questo condensatore può essere multiplo, ossia costituito da dieci condensatori da poter inserire uno per volta. Possono avere tutti la stessa capacità, ad esempio, possono essere tutti di 1 μF, e venir inclusi come indica la figura 82 in modo cioè che quando sono inclusi 3, sia inclusa la capacità di 3 μF. La capacità dei condensatori può essere diversa da quella di 1 μF, a seconda delle esigenze del laboratorio, oppure si possono approntare più decadi di capacità, adatte per gli usi più frequenti.

38. Ponti di capacità per condensatori elettrolitici.

I ponti di capacità per condensatori elettrolitici sono simili a quelli per condensatori a mica od a carta, con in più una sorgente di tensione di polarizzazione, ed una resistenza variabile (R_3) in serie al condensatore campione, per la determinazione della resistenza in serie del condensatore elettrolitico in esame. La necessità della sorgente di tensione continua è evidente; la resistenza in serie è la resistenza che si immagina in serie alla capacità dell'elettrolitico, e che è dovuta alla resistenza specifica del condensatore stesso. La resistenza in serie aumenta man mano che il condensatore invecchia. Essa esprime la bontà del condensatore, ed il fattore di potenza.

Per ottenere il silenzio, occorre che anche R_3 (R_3 è di 100 ohm nella fig. 83) venga regolata, e quando l'equilibrio è ottenuto, il valore di R_3 rappresenta quello della resistenza in serie all'elettrolitico in μF a 500 volt, la quale è in media, di alcuni ohm durante le prime settimane, e di poche decine di ohm dopo i primi tre mesi.

Occorre tener conto che la resistenza in serie del condensatore è indicata dal valore di R_3 solo quando il rap-

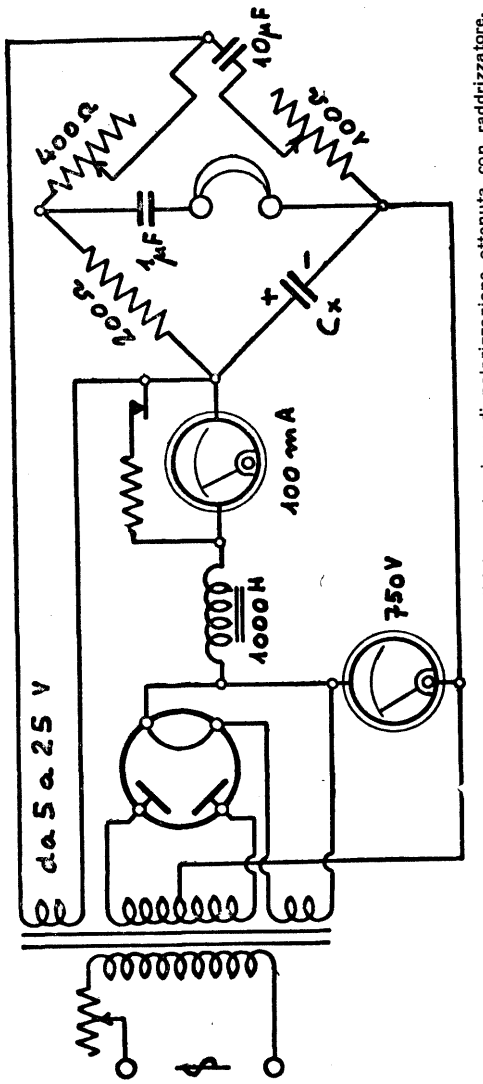


Fig. 83. - Ponte di capacità per condensatori elettrolitici, con tensione di polarizzazione ottenuta con raddrizzatore.

porto tra le due capacità è poco diverso dall'unità. Se le due capacità sono diverse, la resistenza in serie è data dal valore di R_3, moltiplicato per il rapporto tra la capacità nota e la sconosciuta, ossia $R_3(C_x/C_c)$.

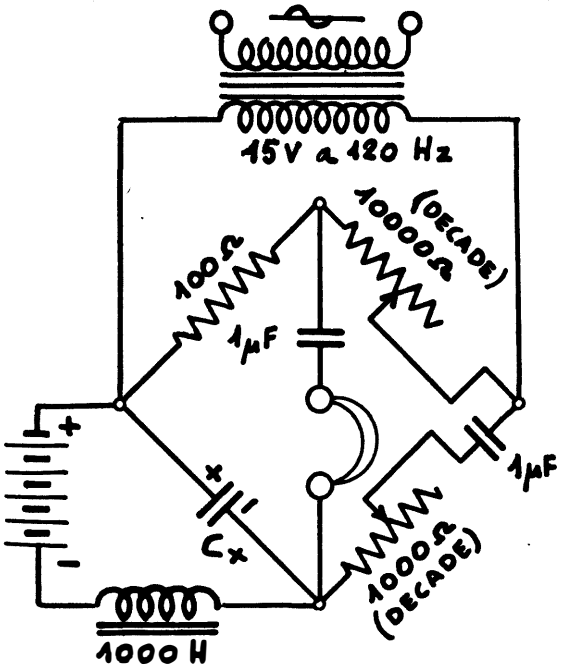


Fig. 84. - La tensione di polarizzazione è ottenuta con una batteria di pile.

Nella figura 83 la tensione di polarizzazione è ottenuta mediante un trasformatore di tensione ed una valvola raddrizzatrice. È presente un'impedenza di 1000 henry. La resistenza in parallelo al milliamperometro serve per variarne

la portata. Va esclusa soltanto quando la corrente di conduzione è quasi normale, o è normale.

La figura 84 indica un ponte di capacità per elettrolitici simile al precedente. In questo caso è usata una batteria di pile. L'impedenza è ancora presente, affinchè la batteria non alteri la lettura. Il condensatore campione è fisso, mentre è variabile la resistenza relativa, ottenuta con una sca-

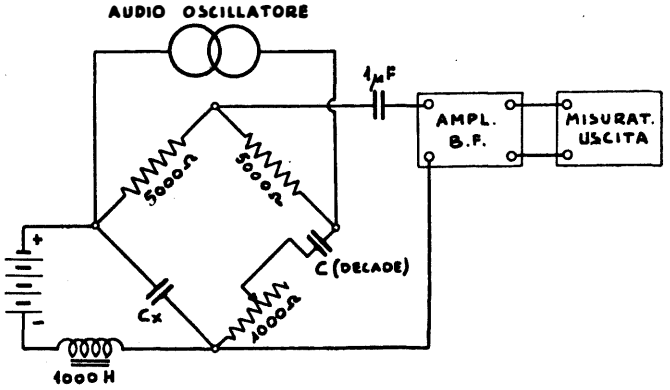


Fig. 85. - Ponte di capacità per condensatori elettrolitici con misuratore d'uscita.

tola di decadi. Sia il condensatore campione quanto quello in serie al telefono sono di 1 μF. Entrambi sono a dielettrico carta.

La figura 85 indica un altro esempio di ponte di capacità per elettrolitico. Differisce dai precedenti per il fatto che le due resistenze del ponte sono fisse, e che la capacità campione è costituita da una o più scatole di decadi. Al posto del telefono è indicato un amplificatore a frequenza fonica (2 stadi sono sufficienti) seguito da un misuratore di uscita. L'amplificatore ed il misuratore sono evidentemente utili anche nel caso dei ponti precedenti.

39. Capacimetro a ponte per la misura di qualsiasi tipo di condensatore.

Con mezzi relativamente modesti è possibile costruire un buon capacimetro a ponte, con lettura diretta della capacità,

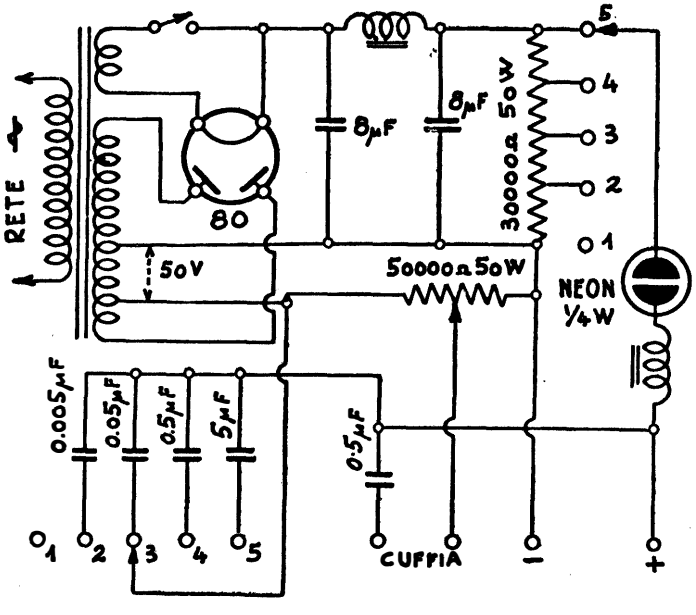


Fig. 86. - Schema di strumento per la misura di capacità di qualsiasi tipo di condensatore (a carta, a mica, elettrolitico, ecc.).

con portate da 100 pF a 50 μF, d'uso assai pratico per il radioriparatore, giacchè serve per qualsiasi tipo di condensatore, compresi gli elettrolitici. Questo capacimetro, il cui schema è indicato dalla figura 86, serve ottimamente anche per la prova dei condensatori, e ne indica il cortocircuito, l'interruzione o la dispersione.

La valvola raddrizzatrice viene usata solo per i condensatori elettrolitici. Per i condensatori a carta ed a mica basta la tensione alternata prelevata da una presa dell'avvolgimento di alta tensione della valvola. Tale tensione non è critica, e può essere da 40 a 60 volt.

Il ponte viene equilibrato con un potenziometro di 50 000 ohm, del tipo a filo, ed il cui indice mostra senz'altro la capacità del condensatore in esame. Il quadrante può venir tarato facilmente con dei condensatori di capacità nota.

Il procedimento per la taratura è il seguente. Scelto il condensatore di capacità nota, per es., uno da 0,5 μF, va posto ai morsetti — +; quindi l'inseritore di capacità va messo nella posizione 4 ed il potenziometro va regolato sino ad ottenere la scomparsa del suono in cuffia. La posizione dell'indice del potenziometro va segnata sopra un quadrante, sul quale saranno state tracciate quattro scale, come in figura 87. Il punto corrispondente a 0,5 μF verrà segnato sulla seconda scala, contando dall'interno. Nello stesso tempo si potranno segnare anche i rispettivi valori sulle altre tre scale.

La stessa operazione va ripetuta sugli altri 12 punti del quadrante. Basterà disporre solo di una parte dei condensatori delle capacità richieste (da 0,1 μF a 5 μF), ed usarli in parallelo. In ogni caso la taratura del quadrante non offre difficoltà, essendo sufficiente la taratura su una sola portata per determinare le altre tre, e non essendo necessario che tale taratura venga fatta sulla seconda scala, ma su una qualunque.

A taratura ultimata, il capacimetro è provvisto di un quadrante sul quale si può ottenere la lettura in microfarad di qualsiasi condensatore di capacità da 0,001 μF a 50 μF.

Per la misura di una capacità sconosciuta, il condensatore va posto ai morsetti — +, quindi va scelta la portata approssimata con l'inseritore di capacità, ed il potenziome-

tro va regolato sino ad ottenere il silenzio in cuffia. Se ad una data portata il silenzio non può essere ottenuto si prova con altra.

Ottenuto il silenzio, si può leggere la capacità sul quadrante, e precisamente sulla scala che corrisponde alla portata in cui si è ottenuto il silenzio.

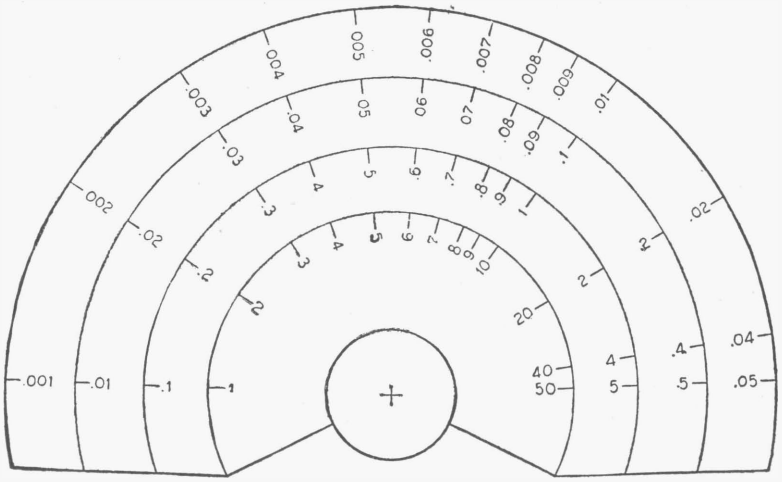


Fig. 87. - Quadrante per il ponte di capacità di fig. 86.

Mentre il procedimento suddetto serve per i condensatori a carta ed a mica, per gli elettrolitici occorre una tensione di polarizzazione, che si ottiene chiudendo l'interruttore di accensione. In tal modo vien messo in funzione il raddrizzatore, e la tensione desiderata può essere prelevata dal partitore di tensione. Generalmente bastano 5 prese, come indicato dallo schema. Alla prima presa non corrisponde alcuna tensione; alla seconda corrispondono 100 V, alla terza 200 V, alla quarta 300 V, alla quinta 400 V.

La tensione di polarizzazione applicata al condensatore

elettrolitico in esame dipende naturalmente dalla sua normale tensione di lavoro.

Collegando l'elettrolitico ai morsetti — + occorre far

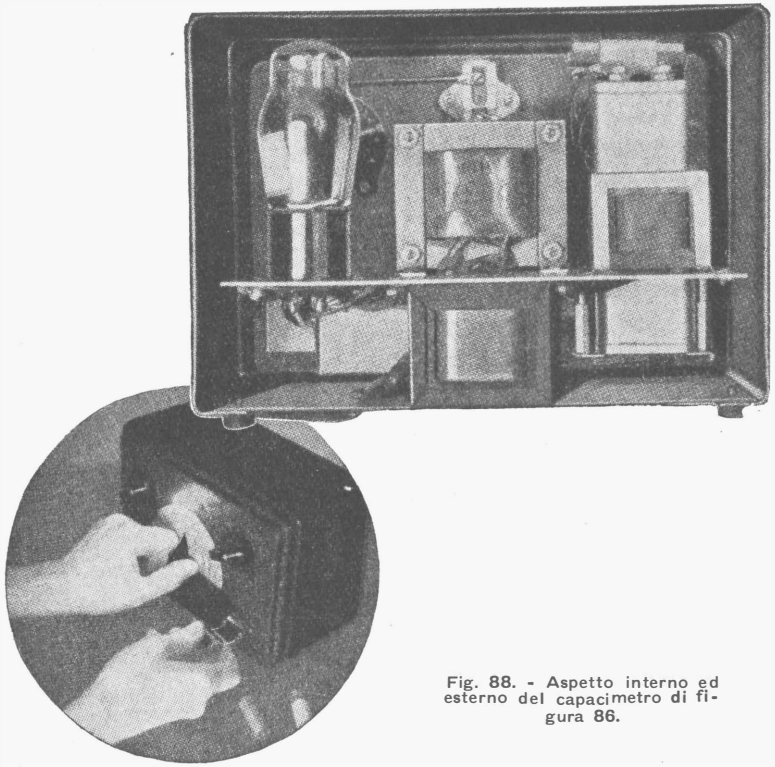


Fig. 88. - Aspetto interno ed esterno del capacimetro di figura 86.

attenzione alla polarità. Per tutto il resto il procedimento è identico a quello dei condensatori a mica od a carta.

Per la prova dello stato dei condensatori a carta o a mica, l'inseritore di capacità va posto nella posizione 1, ed il partitore nella posizione 5. Il raddrizzatore deve funzionare, ed il condensatore in esame va posto ai morsetti

— + tenendo d'occhio la lampadina al neon. I condensatori in buono stato determinano una istantanea accensione della lampadina, che poi rimane spenta.

I condensatori interrotti non determinano tale accensione. Quelli che presentano dispersione mantengono leggermente accesa la lampadina; quelli in cortocircuito la tengono accesa continuamente alla massima intensità.

Il dispositivo può servire anche per fornire la tensione continua per varii usi di laboratorio.

PONTE PER MISURE DI RESISTENZE E DI CAPACITÀ.

Lo schema di principio di figura 80 può servire di base per la realizzazione di uno strumento a ponte per la

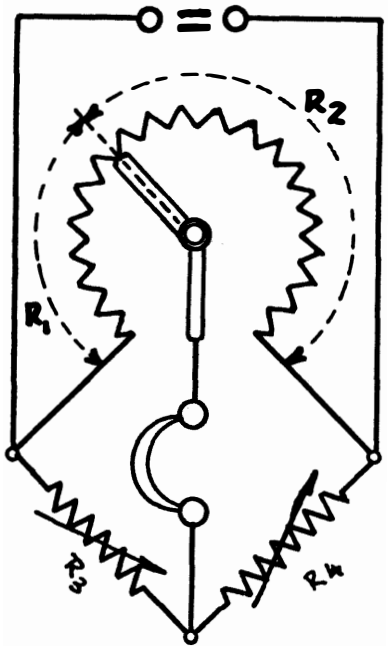


Fig. 89. - Principio di funzionamento di ponte per misure di resistenze e capacità.

misura di resistenze e di capacità. La figura suddetta si riferisce ad un ponte per misure di capacità (esclusi i condensatori elettrolitici) alimentato con tensione alternativa. Per misure di resistenze, le due capacità, quella di campione e quella sconosciuta, vanno sostituite con due resistenze

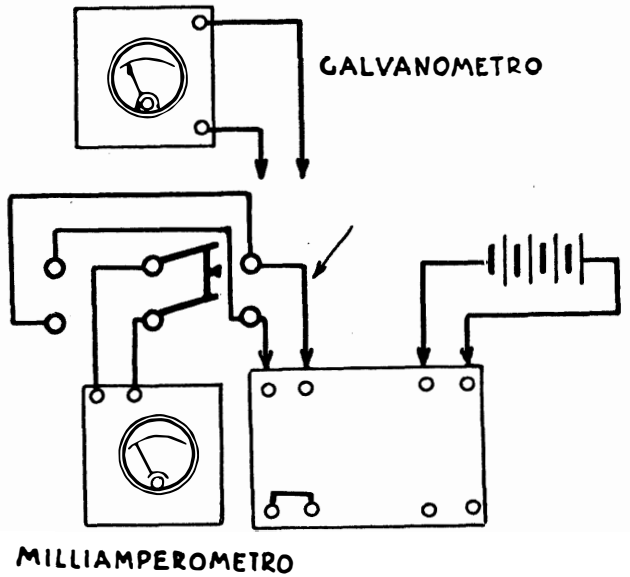


Fig. 90. - Uso del ponte per misure di resistenze.

(fig. 89), la campione (R_3) e la sconosciuta (R_4). La tensione alternativa di alimentazione va sostituita con la tensione continua fornita da una batteria di pile a secco. Tale tensione può essere compresa tra 1.5 e 9 volt. L'equilibrio del ponte non può venir indicato da una cuffia telefonica, come nel caso di ponte per capacità, ma è necessario un

galvanometro o volt-milliamperometro, provvisto di inversore di polarità, come indica la fig. 90.

Per le misure di capacità può venir usata la tensione alternativa della rete luce, oppure quella fornita da una ci-

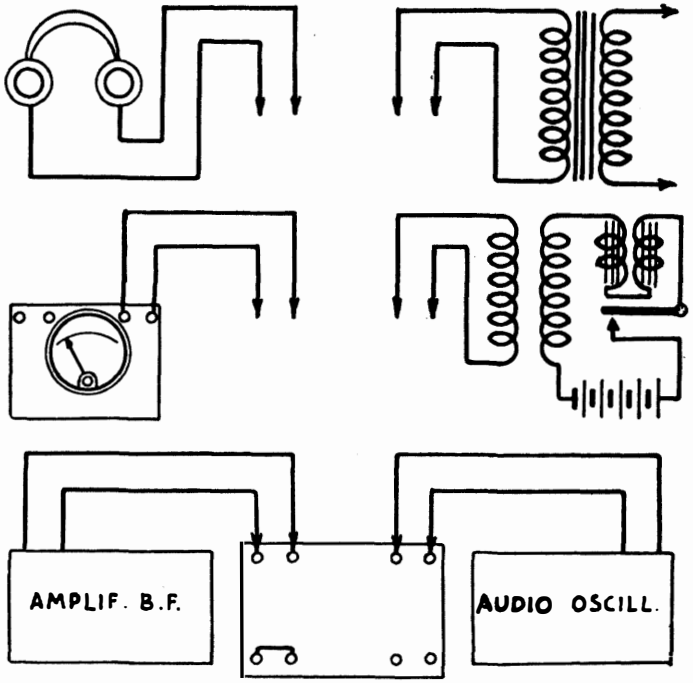


Fig. 91. - Uso del ponte per misure di capacità.

calina (fig. 91), o meglio ancora quella ottenuta con un audio oscillatore (ossia generatore di frequenze foniche). La cuffia telefonica può venir utilmente sostituita, quando si vogliano ottenere indicazioni precise, da un volt-milliamperometro provvisto di raddrizzatore ad ossido, possi-

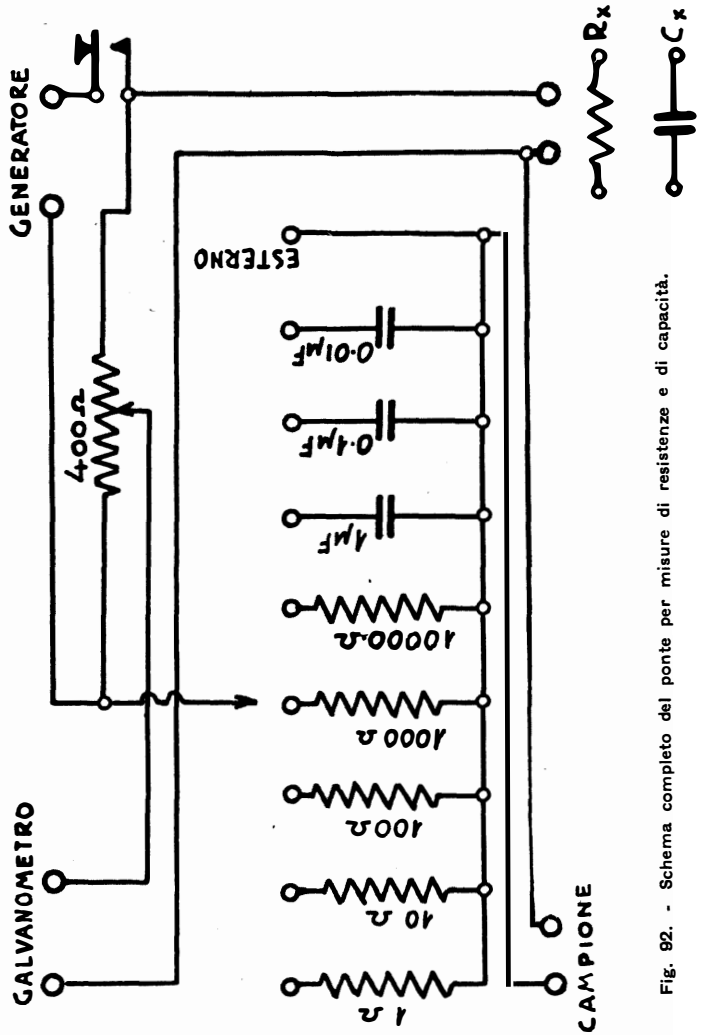


Fig. 92. - Schema completo del ponte per misure di resistenze e di capacità.

bilmente preceduto da un amplificatore a bassa frequenza.

Il potenziometro che determina i rapporti è di 400 ohm e va provvisto di un quadrante sul quale tali rapporti si possano leggere immediatamente come detto a proposito della figura 80.

Lo schema complessivo del ponte è indicato dalla figura 92. Le cinque resistenze indicate (di 1, 10, 100, 1000

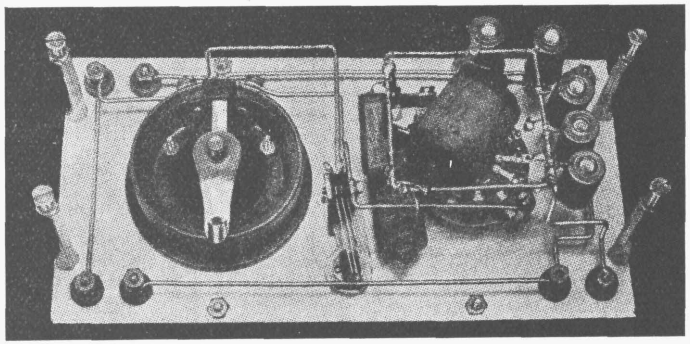


Fig. 93. - Disposizione delle parti sotto il pannello.

e 10 000 ohm) corrispondono alla R_3 della figura 89. Le tre capacità che seguono servono appunto per misure di capacità. Un commutatore rotante consente di inserire la resistenza o la capacità richiesta. Vi è in più una posizione del commutatore per una eventuale resistenza o capacità di valore diverso da quelle incluse nel ponte, e che può servire per misure diverse da quelle che il ponte stesso consente. La resistenza o capacità esterna va in tal caso collegata alle prese « campione », le quali, normalmente, devono venir cortocircuitate, come indicato nelle figure 90 e 91. Al posto del campione esterno possono venir collegate delle resistenze per la misura del fattore di potenza del condensatore sconosciuto.

A seconda della posizione del potenziometro, ossia del rapporto da esso stabilito, all'atto del raggiunto equilibrio del ponte, il valore della resistenza o della capacità sconosciuta può essere minore o maggiore della resistenza o del condensatore inserito. Se, ad esempio, il rapporto è 1, in quanto il potenziometro si trova esattamente a metà della corsa (in tal caso $R_1 = R_2$) e se è stata inserita la resistenza di 1000 ohm, il valore della resistenza sconosciuta sarà esso pure di 1000 ohm. Il rapporto massimo consentito dal potenziometro è di 10, ossia il valore di ciascuna resistenza e di ciascun condensatore può essere moltiplicato o diviso per un numero non superiore a 10.

La portata del ponte va quindi da 0,1 ohm a 100 000 ohm, ossia 10 volte meno la portata minore e 10 volte più la portata maggiore, e da 0,001 μF (1000 pF) a 10 μF.

La figura 93 indica come sono disposte dietro il pannello le varie parti componenti il ponte. Un interruttore a pulsante consente di inserire lo strumento indicatore per il solo periodo in cui va fatta la lettura. Le resistenze devono essere del tipo a filo avvolto, con tolleranza 1 %. I condensatori devono essere tarati con la stessa tolleranza.

CAPITOLO SESTO

MISURE DI TENSIONE E DI CORRENTE CON IL VOLTMETRO A VALVOLA

40. Caratteristiche principali del voltmetro a valvola.

Il *voltmetro a valvola* (detto anche *voltmetro elettronico*) è il solo tra i voltmetri che presenti resistenza interna praticamente infinita anche per la misura di tensioni continue o alternate molto deboli. Da ciò ne deriva la sua utilità ovunque si tratti di misurare tensioni o correnti senza determinare alcun assorbimento di corrente e quindi senza disturbare il circuito al quale viene applicato.

UTILITÀ DEL VOLTMETRO A VALVOLA.

È usato per la misura delle tensioni di griglia, ed in genere per misure di tensioni agli elettrodi delle valvole ove tali tensioni vengano applicate attraverso resistenze di valore elevato.

La figura 94 indica un esempio di valvola rivelatrice, nel cui circuito sono comprese numerose resistenze. Le tensioni di griglia, di placca, e quella disponibile per il regolatore automatico di sensibilità (o c. a. v.) non possono venire esattamente misurate se non con un voltmetro la cui resistenza interna sia praticamente infinita, in modo da non alterare il valore delle resistenze inserite, ossia con un voltmetro a valvola. Anche nel caso di valvole finali, come in figura 95, l'esatto valore della tensione di griglia può essere

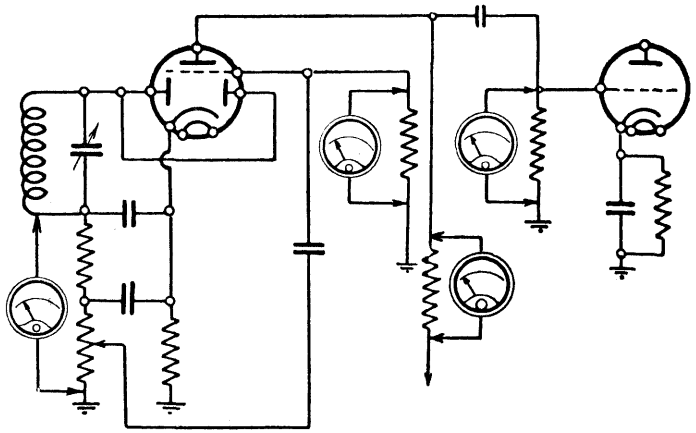


Fig. 94. - Le quattro misure indicate non possono venir ottenute se non con strumento a resistenza interna infinita, ossia con voltmetro a valvola.

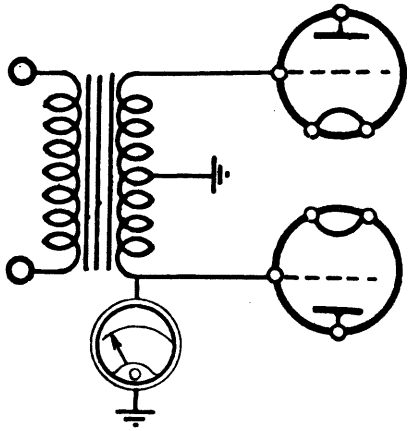


Fig. 95. - L'esatto valore della tensione di polarizzazione delle valvole finali può venir indicato dal voltmetro a valvola.

indicato dal voltmetro a valvola. Particolarmente utile riesce l'uso del voltmetro a valvola per misure di tensione di polarizzazione fornita dal regolatore automatico di sensibilità, come in figura 96. Anche in questo caso solo il voltmetro a valvola può dare indicazioni precise.

SVANTAGGI DEL VOLTMETRO A VALVOLA.

Al vantaggio della resistenza interna infinita fanno però riscontro alcuni svantaggi. Il voltmetro a valvola è uno stru-

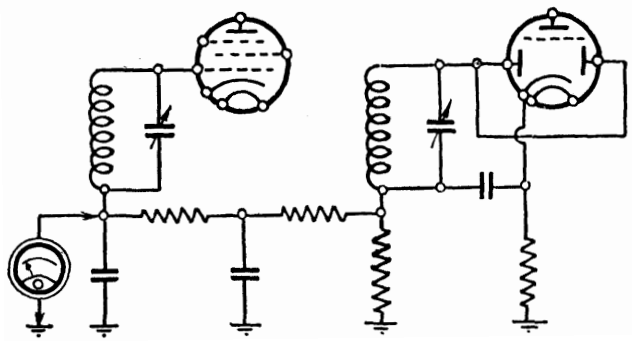


Fig. 96. - Il voltmetro a valvola è particolarmente utile per misurare la tensione fornita dal regolatore automatico di sensibilità.

mento piuttosto delicato, che non va usato ove possa essere convenientemente adoperato un voltmetro normale. È anche piuttosto complesso, data la presenza della valvola e delle batterie. Infine non consente che misure di tensioni deboli, ossia ha una portata assai ristretta. Occorre anche notare che il voltmetro a valvola più che delle misure precise fornisce delle indicazioni. Con esso si può stabilire la eguaglianza fra due tensioni. Ciononostante il voltmetro a valvola è utile ove occorra provvedere a misure di tensioni a radiofrequenza, e per la misura delle tensioni di polarizzazione.

PRINCIPIO DEL VOLTMETRO A VALVOLA.

Il voltmetro a valvola può essere costituito soltanto da una valvola rivelatrice e da un milliamperometro. La tensione alternativa o continua applicata all'ingresso della valvola determina delle variazioni nell'intensità della corrente anodica, le quali sono indicate dal milliamperometro. Nel caso di tensioni alternative, la valvola provvede alla rettificazione. L'ampiezza di tali tensioni è limitata dal valore

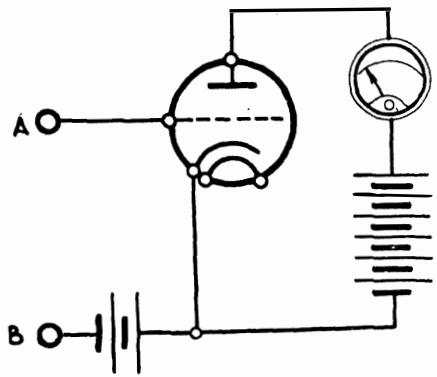


Fig. 97. - Principio del voltmetro a valvola.

della tensione negativa di polarizzazione della valvola stessa. Le tensioni continue misurabili sono pure limitate da tale tensione di polarizzazione.

Lo schema più semplice di voltmetro a valvola è quello di figura 97. Cortocircuitando i terminali *A* e B, la tensione di griglia è sufficiente per rendere zero la corrente di placca. Togliendo il cortocircuito e applicando ai terminali *A* e B una tensione da misurare, tale tensione riduce quella fissa di polarizzazione e causa la presenza di una corrente di placca e quindi la possibilità di lettura. Se la tensione è continua, deve essere rispettata la polarità, in

quanto la tensione sconosciuta deve diminuire la tensione negativa di griglia e non aumentarla, dato che solo diminuendola si può ottenere la misura.

Sono numerosissimi gli schemi di voltmetri a valvola. Tra di essi è interessante quello di fig. 98 detto con *ritorno* a zero. Il principio generale è di regolare la tensione di

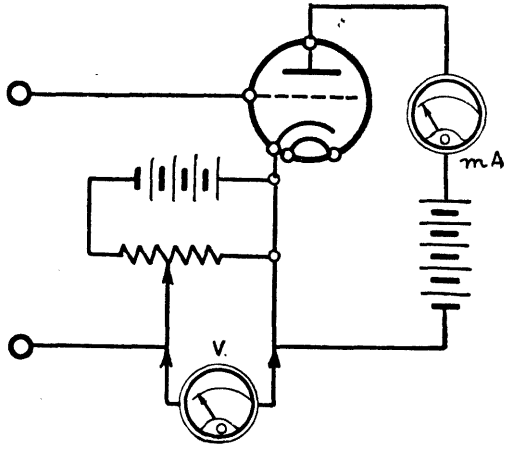


Fig. 98. - Principio del voltmetro a valvola con ritorno a zero.

polarizzazione della valvola, a mezzo del potenziometro, sino a tanto che la corrente di placca è zero in assenza di segnale. Quando il segnale viene applicato all'entrata, determinando la presenza di una corrente di placca, viene aggiunta una addizionale tensione di polarizzazione, misurabile, per riportare nuovamente a zero tale corrente al valore massimo della tensione applicata.

41. Esempio di semplice voltmetro a valvola.

Uno dei più semplici voltmetri a valvola che possano venir messi a disposizione dei radioriparatori è quello il cui schema è indicato dalla fig. 99. Non è molto preciso e consente misure di tensioni continue o alternative sino a 4 volt circa, in compenso è molto semplice e di facile realizzazione e taratura.

È utilizzata una valvola ad accensione diretta. La ten-

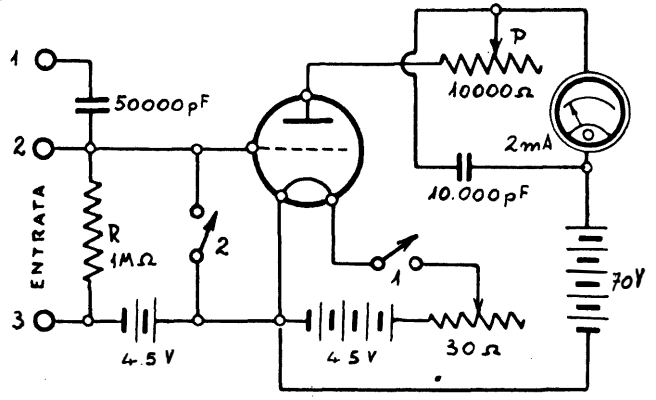


Fig. 99. - Voltmetro a valvola adatto per radiotecnici riparatori.

sione di accensione è regolabile mediante il reostato di 30 ohm. Lo strumento è un milliamperometro con la portata massima di 2 mA.

La resistenza variabile P di 10 000 ohm consente di regolare la corrente di placca esattamente a fondo scala, quando la tensione di polarizzazione è zero. A tale scopo basta chiudere l'interruttore 2, dopo aver incluso tutta la resistenza di P. Riducendo la resistenza di P, l'indice dello strumento si avvicina e raggiunge il fondo scala. La resi-

stenza *P* può anche essere fissa, e la regolazione può venir effettuata variando la tensione di placca, ciò che può essere ottenuto facilmente essendo tale tensione dovuta ad una batteria di pile a secco.

Includendo la batteria di polarizzazione, ossia aprendo l'interruttore 2, la corrente di placca deve scendere a zero. Generalmente però è presente una debole corrente di placca, e l'indice non raggiunge esattamente lo zero. La messa a zero può venir ottenuta complicando il voltmetro a valvola, e ciò non è sempre utile.

Per la taratura del voltmetro basta applicare all'entrata, tra i terminali 2 e 3, una tensione continua e variabile tra 0 e 4,5 volt, indicata da un voltmetro normale. La variazione della tensione si ottiene con un potenziometro di circa 1000 ohm collegato ai capi della batteria. La taratura va fatta ripartendo la tensione totale in parti eguali, ed invertendo ogni volta la polarità. Occorre notare che rispetto le tensioni alternative, la taratura si riferisce a valori massimi.

42. Voltmetro a valvola a « zero falso ».

Il principio del voltmetro a valvola a zero *falso* (figura 100), è di polarizzare negativamente la valvola usata in modo che la corrente di placca sia quasi zero. L'indicazione di tale corrente di placca costituisce lo zero *falso*. Quando una tensione è applicata all'entrata, la corrente di placca aumenta, e la lettura della tensione si ottiene aumentando la tensione di polarizzazione sino a riportare l'indice dello strumento allo zero *falso*. La tensione addizionale, letta su un normale voltmetro, corrisponde a quella applicata all'entrata del voltmetro a valvola.

Lo svantaggio di questo voltmetro a valvola è di richiedere due strumenti, un voltmetro con portata massima sino a 10 volt, del tipo a 1000 ohm per volt, ed un milliamperometro da 1 mA.

Il potenziometro P_1 va portato a destra, in modo che la

lettura al voltmetro sia zero. Il potenziometro P_2 va quindi regolato allo zero *falso* ossia ad un basso valore della corrente di placca. La tensione alternativa da misurare, non superiore a 9 volt, va applicata all'entrata. Essa determina un aumento della corrente di placca. Regolando il potenziometro P_1 questa corrente può venir riportata al valore ini-

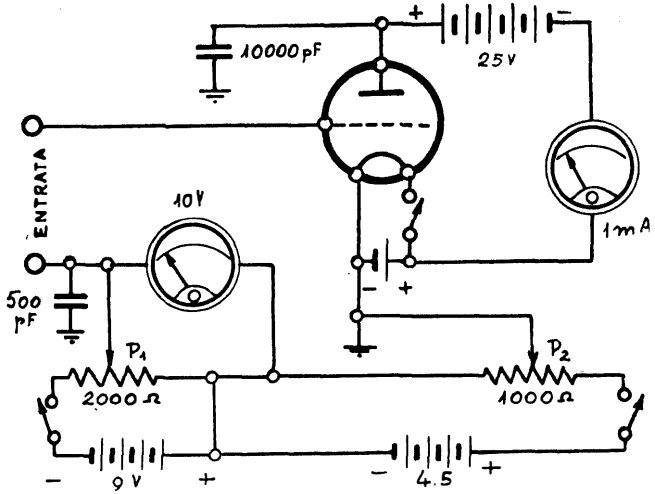


Fig. 100. - Voltmetro a valvola del tipo a zero falso.

ziale, ossia allo zero *falso*, mentre l'indice del voltmetro indica il valore della tensione alternativa applicata all'entrata. Tale valore corrisponde alla tensione massima.

I voltmetri a valvola di questo tipo sono detti anche con *ritorno a zero* (par. 40) e gli americani li chiamano *slide back vacuum tube voltmeter*.

43. Voltmetro a valvola con alimentazione in alternata.

Un voltmetro a valvola molto utile per il radiotecnico, sia per sensibilità che per praticità, è quello consigliato dalla Philips ed illustrato dalla figura 101.

Le sue principali caratteristiche sono:

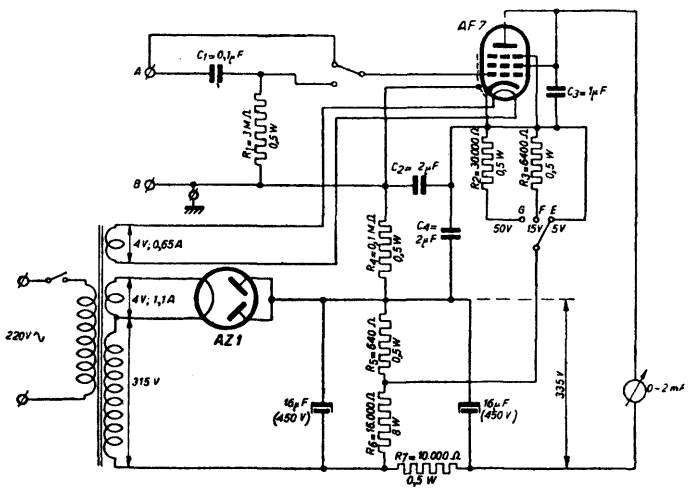


Fig. 101. - Voltmetro a valvola con alimentazione in alternata.

a) consente misure di tensione sino a 5 volt, 15 volt e 50 volt;

b) utilizza un milliamperometro da 2 mA;

c) presenta una resistenza d'entrata sufficientemente elevata;

d) alla tensione minima, la corrente di placca che attraversa il milliamperometro cade a circa 0 mA.

È usata una valvola AF7 quale rivelatrice per caratteristica di placca. La tensione negativa e fissa di polarizzazione

è di —13 volt. Tale tensione è ottenuta mediante il partitore di tensione costituito dalle due resistenze R_5 ed R_6. Le tre sensibilità, ossia le tre portate dello strumento, sono ottenute con la presenza di due resistenze presenti nel circuito catodico della valvola, e che riducono la sensibilità del complesso, per la polarizzazione automatica di griglia.

La figura 102 indica il comportamento per un segnale debole e per un segnale forte. Per misurare una tensione alternativa di 50 volt, la valvola deve avere una tensione

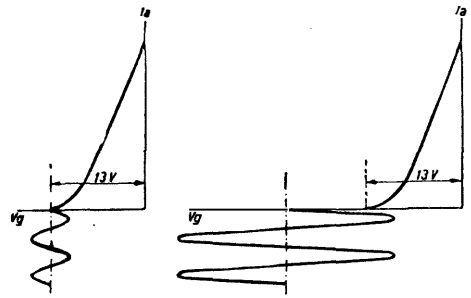


Fig. 102. - Per i segnali forti è necessario che la tensione di polarizzazione passi da 12 volt a 70 volt.

negativa di polarizzazione di almeno $50 \times \sqrt{2} = 70$ volt, ciò che appunto si ottiene aggiungendo ai 13 volt negativi della polarizzazione fissa, altri 57 volt negativi della polarizzazione automatica, per effetto della resistenza R_2 di 30 000 ohm. Per tensioni sino a 15 volt l'aumento della tensione negativa di polarizzazione è ottenuto con la resistenza R_3 di 6400 ohm.

Per le portate sino a 15 e sino a 50 volt, questo voltmetro a valvola è praticamente indipendente dalle fluttuazioni della tensione della rete e ciò perchè ad un aumento della tensione di placca corrisponde un aumento proporzionale della

tensione negativa di polarizzazione con conseguente costanza della corrente di placca.

Il voltmetro a valvola descritto serve sia per misure di tensioni continue, sia per quella di tensioni alternative. Le tensioni continue devono essere applicate, come è naturale, in modo che la polarità positiva sia applicata alla griglia. In certi casi ciò può determinare delle difficoltà essendo il terminale negativo dello strumento messo capacitativamente a terra. (Nello schema è stata prevista una presa

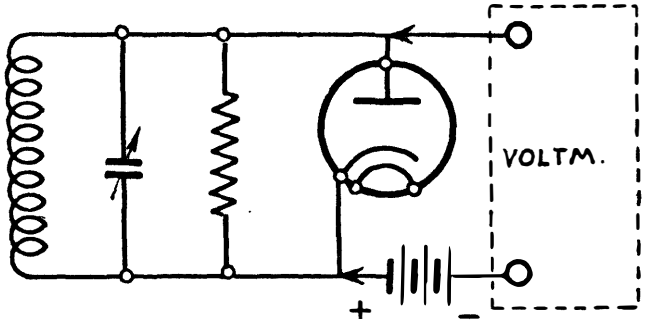


Fig. 103. - Uso del voltmetro a valvola per misure di tensione r. a s. ai capi del diodo.

di terra). Così, per poter misurare la tensione corrispondente al regolatore automatico di sensibilità dei ricevitori, direttamente sulla placchetta del diodo corrispondente, occorre collegare il terminale negativo a tale placchetta. In casi simili si deve collegare la griglia della valvola AF7 con la placchetta del diodo, intercalando una batteria dal lato terra ed utilizzando il quadrante all'inverso. Si veda la figura 103. Quando occorre separare una tensione alternativa sovrapposta ad una tensione continua si utilizza il filtro d'arresto R_1 C_1 (fig. 101) occorre che l'isolamento di C_1 sia ottimo. Se la componente continua è assai elevata rispetto la componente alternativa, è bene diminuire il valore di R_1, per

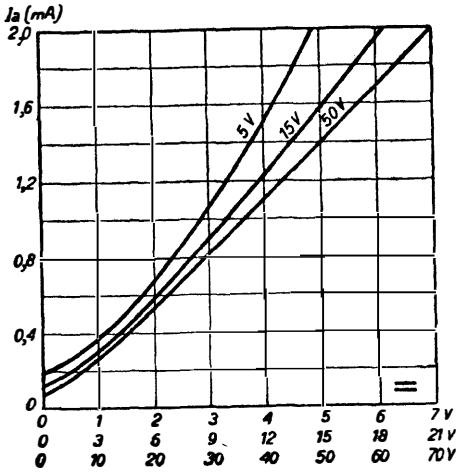


Fig. 104. - Esempio di taratura per tensioni continue del voltmetro a valvola di fig. 101.

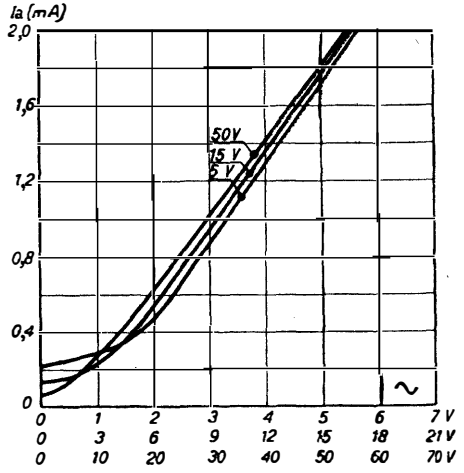


Fig. 105. - Esempio di taratura per tensioni alternative del voltmetro a valvola di fig. 101.

non misurare nello stesso tempo anche una tensione continua, per quanto piccola.

La taratura per tensioni continue è assai semplice. Le differenti tensioni di prova che vengono applicate all'entrata possono venir lette con un adeguato voltmetro. La figura 104 può servire di esempio, per tale taratura. Occorre ripetere la taratura tutte le volte che la valvola viene cambiata, ed anche dopo uso prolungato della stessa valvola.

La taratura per tensioni alternative (fig. 105), non corrisponde con quella per tensioni continue, e deve essere fatta separatamente. Il sistema più semplice è di applicare varie tensioni, sino a 50 volt, alternative e di misurarle con adatto voltmetro per c. a. La taratura varia con la frequenza, e quindi va fatta con la frequenza disponibile.

44. Voltmetro a valvola General Radio modello 726 A.

È costituito da una valvola a ghianda 955, usata per la rettificazione, seguita da una valvola amplificatrice 75. Lo

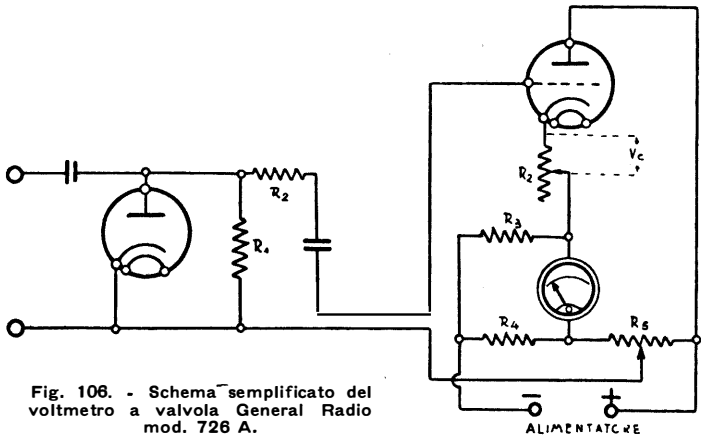


Fig. 106. - Schema semplificato del voltmetro a valvola General Radio mod. 726 A.

strumento di misura è inserito nel circuito catodico di questa ultima valvola, come indica lo schema semplificato di figura 106. Il principio di funzionamento può essere così riassunto. La tensione applicata all'ingresso della valvola amplificatrice determina un aumento della corrente di placca, la quale provoca ai capi della resistenza di polarizzazione una caduta di tensione che è in opposizione con quella che l'ha determinata. Se il valore della resistenza di polarizzazione è abbastanza elevato, è sufficiente una piccola variazione della corrente di placca per determinare una variazione della tensione di polarizzazione all'incirca eguale a quella applicata all'entrata della valvola. Più grande è il valore della resistenza di polarizzazione, più piccolo risulterà l'incremento della corrente di placca e maggiore risulterà l'eguaglianza fra la tensione applicata all'entrata della valvola e quella presente ai capi della resistenza stessa. Quando il valore della resistenza è tale da determinare queste condizioni, le costanti della valvola non hanno più che scarsa importanza. Per valori sufficientemente elevati, la tensione corrispondente al fondo scala dello strumento è direttamente proporzionale alla resistenza di polarizzazione e dipende solamente da questa quantità e dalla sensibilità del milliamperometro.

Questo voltmetro a valvola consente misure da 0,1 a 150 volt, con cinque sensibilità. È particolarmente adatto per misure di tensioni a frequenze assai elevate, sino a 100 MHz.

PARTE SECONDA

ANALISI E CONTROLLI

CAPITOLO SETTIMO

ANALISI DELLE TENSIONI NEGLI APPARECCHI RADIO

45. Controllo delle tensioni.

Il mezzo più adeguato per analizzare un apparecchio radio consiste nella misura delle tensioni applicate agli elettrodi delle varie valvole, ossia ai piedini corrispondenti. Stabilire esattamente queste tensioni è molto utile, perchè le valvole, per poter funzionare correttamente, richiedono che ai loro elettrodi vengano applicate le tensioni necessarie. Questo controllo serve anche a stabilire le condizioni di funzionamento di alcune parti componenti l'apparecchio. Il controllo delle tensioni non è sempre conclusivo, ma deve precedere qualsiasi ulteriore verifica.

COME SI EFFETTUA IL CONTROLLO

Per effettuare questo controllo occorre che la tensione della rete si mantenga costante al valore normale, giacchè una qualsiasi sua variazione si ripercuote necessariamente su tutte le misure nel ricevitore. È necessario quindi controllare anzitutto la tensione della rete, a meno che non si sia certi che essa non subisca sbalzi notevoli e improvvisi. Occorre inoltre che l'apparecchio venga provvisto di tutte le sue valvole, che sia collegato al diffusore dinamico, con il commutatore d'onda sulle medie, con il controllo di volume spinto al massimo e in assenza di segnale.

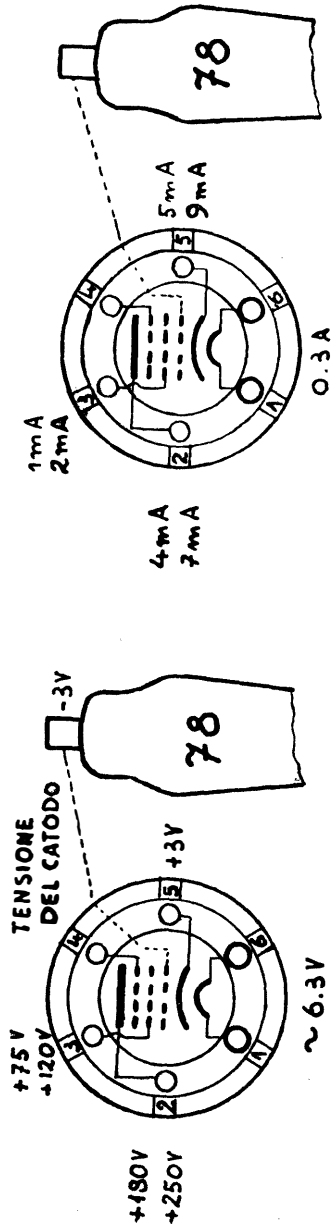


Fig. 107. - Esempio di tensioni e correnti misurabili agli elettroni di una valvola amplificatrice.

TENSIONI AGLI ELETTRODI.

Durante l'esame, che dovrà venir fatto con il metodo descritto in questo capitolo, bisognerà fare molta attenzione a non scambiare fra di loro i piedini, sicchè è importante, prima di fare qualsiasi misura, stabilire bene a quali piedini corrispondono i vari elettrodi. Va inoltre tenuto presente che la base metallica del ricevitore, ossia lo chassis, rappresenta il ritorno comune a tutti i circuiti che fanno capo alle varie valvole e che quindi il voltmetro va collegato allo chassis con il terminale negativo (nero) e con il terminale positivo (rosso) ai piedini delle valvole. Notare che la griglia controllo è *negativa* rispetto allo chassis, e che nel misurare la sua tensione, la polarità del voltmetro va invertita. Generalmente però basta misurare la tensione al catodo, che è *positivo* rispetto lo chassis. Infine occorre notare che la tensione indicata dallo strumento collocato tra uno qualsiasi dei piedini del filamento della valvola raddrizzatrice e lo chassis è la massima disponibile ossia quella esistente ai capi del primo condensatore di livellamento.

Si inizia il controllo delle tensioni appunto misurando quella esistente ai capi del primo condensatore elettrolitico del filtro, poi quella esistente al secondo elettrolitico, quindi la tensione di placca della valvola finale, poi quello degli altri suoi elettrodi, quindi le tensioni applicate alla valvola che la precede, continuando a ritroso sino alla prima valvola dell'apparecchio radio, ossia quella collegata con lo stadio d'entrata.

SCHEMA E TABELLA TENSIONI

Si vedrà ora come devono venir interpretate le varie misure. Va tenuto presente che durante il controllo delle tensioni di un qualsiasi apparecchio radio è indispensabile avere sott'occhio lo schema relativo, a meno che non lo si conosca a memoria. È inoltre indispensabile, particolarmente per chi non ha pratica di tali misure, conoscere quelle che nor-

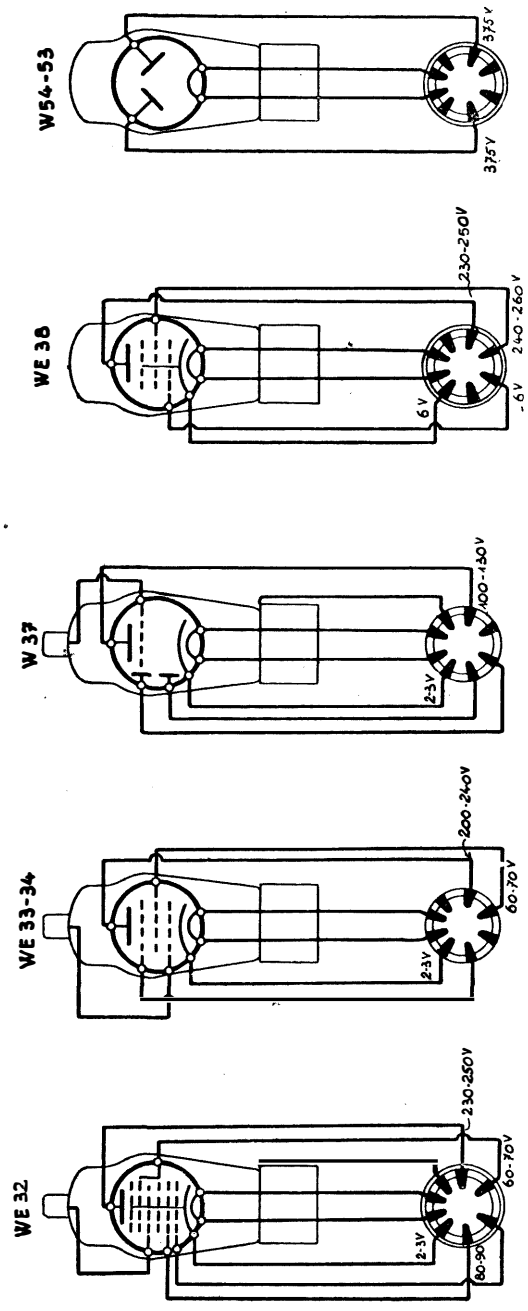


Fig. 108. - Corrispondenza tra gli elettrodi ed i piedini di alcune valvole della serie europea.

malmente devono esistere ai piedini di ciascuna valvola, ossia possedere la *Tabella Tensioni* del ricevitore, la quale viene fornita dal Costruttore. È buona norma procurarsi la Tabella tensioni di tutti gli apparecchi che più frequentemente occorre controllare, ed è opportuno registrare su apposita scheda le tensioni esistenti ai piedini delle valvole

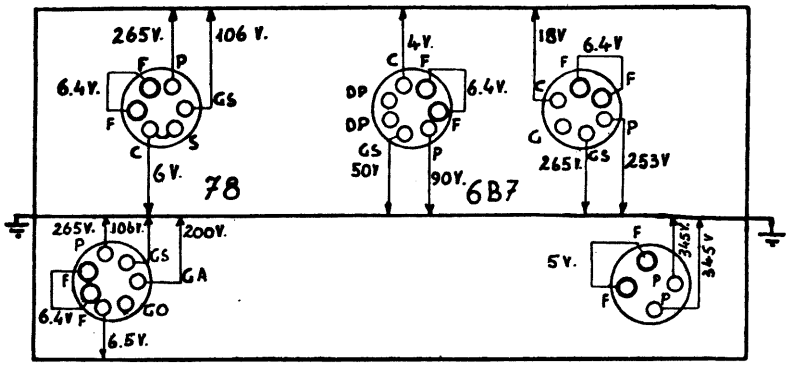


Fig. 109. - Esempio delle principali misure di tensione su apparecchio a cinque valvole.

di un qualsiasi apparecchio nuovo e in perfetta efficienza che si può avere disponibile. La figura 109 indica un esempio di Tabella tensioni.

46. Tensioni ai condensatori livellatori.

Le due tensioni più importanti da controllare sono quelle esistenti ai capi dei due condensatori livellatori del filtro, collegati all'entrata e all'uscita dell'avvolgimento di campo del diffusore dinamico, fig. 110. Generalmente si tratta di due condensatori elettrolitici da 8 μF ciascuno. A volte, ma raramente, il primo condensatore è a carta anzichè elettrolitico, mentre più frequentemente il secondo elettrolitico è da 16 μF (« serbatoio ») anzichè da 8 μF. Assai spesso sono contenuti entro una custodia comune, di cel-

lulosa o di alluminio. (Per tutte le notizie utili relative ai condensatori elettrolitici vedere il capitolo 5° del *Radiolibro* quarta edizione).

La tensione normale esistente ai capi di questi due condensatori si misura con un voltmetro scala sino a 1000 volt,

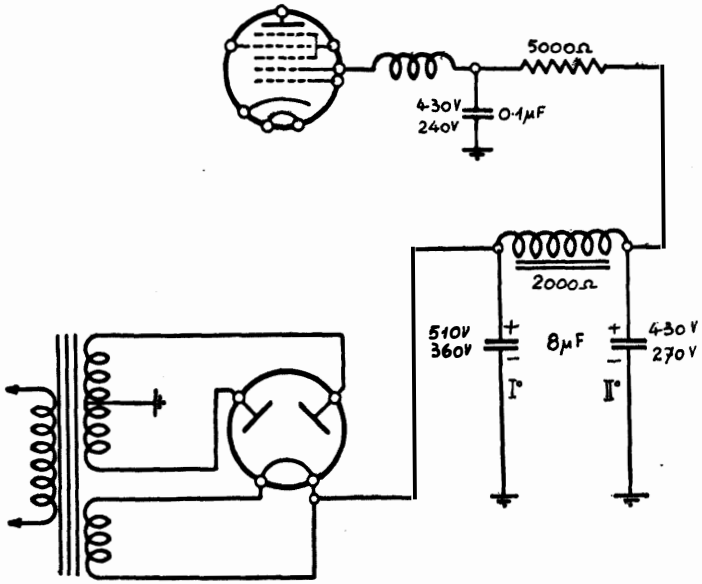
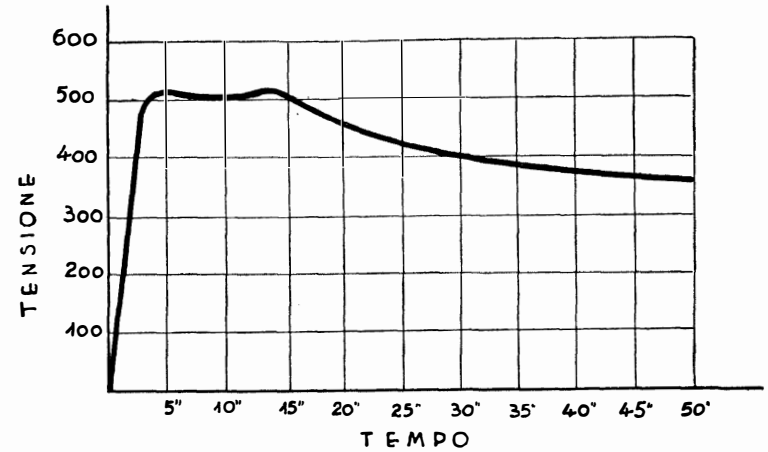


Fig. 110. - Tensioni iniziali e normali ai capi dei condensatori di livellamento e ad uno dei condensatori di disaccoppiamento.

quando l'apparecchio è in funzione già da qualche minuto, e non ci sono sbalzi di tensione della rete. La tensione normale esistente al primo condensatore varia con l'apparecchio, ma nei ricevitori normali va da un minimo di 300 V a un massimo di 400 V. Quella al secondo condensatore è inferiore, data la caduta di tensione dovuta all'avvolgimento di campo del diffusore dinamico.

LA TENSIONE INIZIALE È ELEVATA.

Durante i primi secondi di funzionamento dell'apparecchio queste tensioni sono notevolmente più elevate, dato che il filamento della valvola raddrizzatrice a riscaldamento diretto si accende in circa due secondi, mentre i catodi delle altre valvole si riscaldano dopo 25 o 30 secondi. In questo intervallo di tempo la valvola raddrizzatrice funziona senza



111. - Come varia la tensione applicata al primo condensatore livellatore.

carico, mancando l'assorbimento da parte delle valvole, quindi la tensione ai capi degli elettrolitici di filtro è molto elevata.

La fig. 111 indica l'andamento della tensione applicata al primo condensatore di filtro, nel caso di un normale apparecchio a 5 valvole. Come si vede dalla curva, e come si può constatare praticamente con un voltmetro, durante circa 10 secondi tale tensione è di circa 510 V. Dopo 15 secondi dall'accensione, la tensione inizia la discesa, per giungere

alla tensione normale di lavoro dopo circa 40 secondi. La tensione iniziale ai capi del secondo condensatore è circa la stessa. Data la mancanza di carico, la corrente che attraversa l'avvolgimento di campo è minima e quindi la caduta di tensione da esso provocata è assai piccola, per cui anche al secondo elettrolitico si possono misurare inizialmente 500 V. La tensione normale è raggiunta circa nello stesso tempo, ossia in 40 secondi.

Tensioni iniziali molto elevate si misurano anche ai capi dei condensatori di disaccoppiamento. La figura 110 indica il condensatore di disaccoppiamento applicato alla griglia anodica della valvola cambiafrequenza, ai capi del quale la tensione è di 430 V durante i primi 15 secondi di funzionamento, per scendere a quella normale di lavoro di 200÷240 V.

QUANDO L'AVVOLGIMENTO DI CAMPO HA UN CAPO A MASSA

La figura 112 illustra il caso abbastanza comune, in cui l'avvolgimento di campo del diffusore dinamico è inserito nel

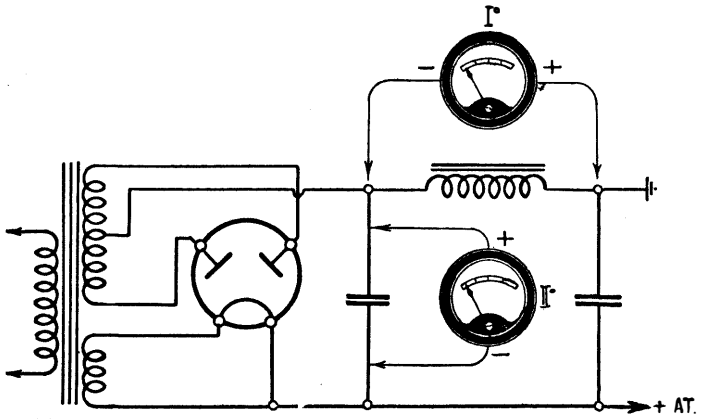


Fig. 112. - L'avvolgimento di campo del diffusore ha un capo a massa, ed il primo condensatore livellatore ha il terminale negativo isolato da massa.

ritorno negativo dell'alta tensione, ossia tra il centro dell'avvolgimento d'alta tensione e lo chassis. In tal caso non si può leggere la tensione applicata al primo condensatore del filtro collegando il voltmetro fra il suo terminale positivo e lo chassis, come invece va fatto nel caso della figura 110. Ciò perchè nel caso della figura 112 il terminale negativo non è collegato allo chassis, ma al centro del secondario alta tensione. Misurando la tensione esistente tra il terminale positivo e lo chassis si misura effettivamente la caduta di tensione dovuta all'avvolgimento di campo del dinamico, come indica il voltmetro I° della stessa figura 112. Per conoscere la tensione di lavoro del primo condensatore occorre misurarla ai suoi terminali, come indica il voltmetro II°. La tensione al secondo condensatore del filtro va invece misurata come al solito, ossia tra il terminale positivo e lo chassis.

47. Misure di tensione anodica e di tensione catodica.

La tensione anodica, ossia la tensione applicata ad una valvola che non sia una raddrizzatrice, è uguale alla tensione misurata tra la sua placca e lo chassis meno la tensione esistente ai capi della resistenza catodica, ossia posta tra il catodo e lo chassis. Quest'ultima tensione determina la polarizzazione di griglia. Tale tensione di griglia è altrettanto importante quanto quella di placca.

COME SI MISURA LA TENSIONE ANODICA

La figura 113 indica una valvola finale alla cui placca è presente la tensione di 245 V, mentre la polarizzazione di griglia è di 16,5 V. Tutta la parte raddrizzatrice e livellatrice è sostituita con una batteria di pile di 300 V, affinchè riesca più facilmente comprensibile l'applicazione di queste due tensioni.

Tra il positivo della batteria e la placca della valvola è incluso il primario del trasformatore d'uscita, ossia il tra-

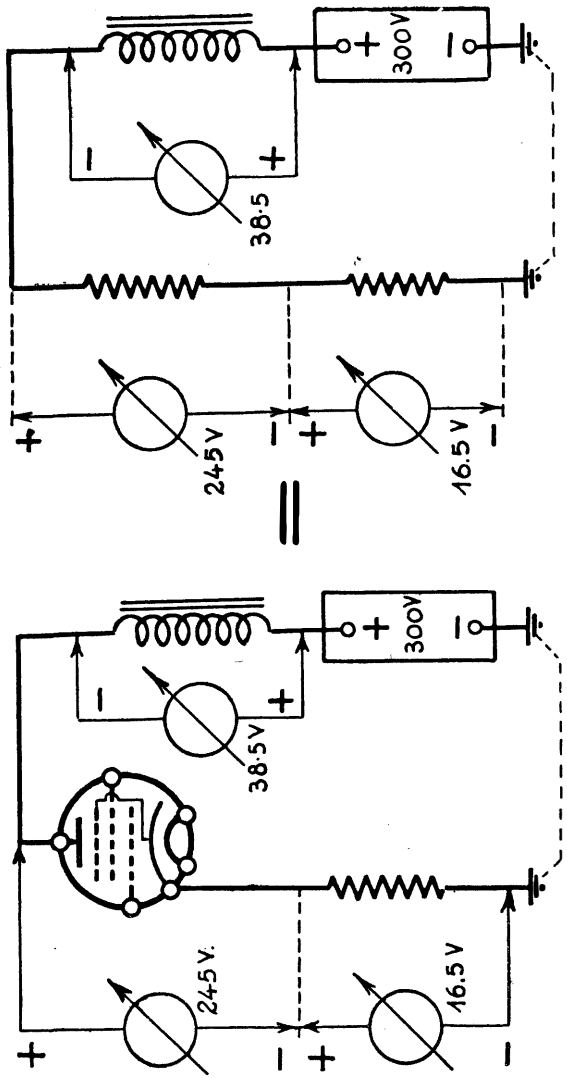


Fig. 113. - A sinistra: esempio di tensioni nel circuito della valvola finale; a destra: la valvola è indicata da una resistenza.

sformatore del diffusore. La valvola assorbe, quando si trova in condizioni normali di lavoro, e in assenza di segnale, una certa corrente, e in tal senso agisce come una semplice resistenza. Nella stessa figura, a destra, è indicato il circuito equivalente della valvola finale. Le due resistenze e il primario del trasformatore agiscono come tre resistenze in serie ed ai loro capi esiste perciò una tensione proporzionata al loro valore. Lo chassis agisce come un conduttore e consente che attraverso ad esso passi la corrente di ritorno, chiudendo il circuito.

MISURE DI TENSIONE AGLI ELETTRODI DI VALVOLE FINALI

La figura 114 indica come possono venir misurate praticamente le varie tensioni esistenti agli elettrodi di una valvola finale. La tensione disponibile massima è di 235 V, e

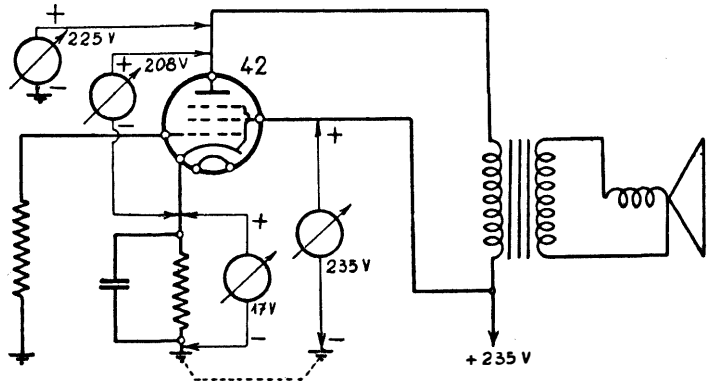


Fig. 114. - Tensioni agli elettrodi di una valvola finale.

tale è alla griglia schermo. Tra la placca e lo chassis è di 225 V data la caduta di tensione di 10 V ai capi del primario del trasformatore d'uscita. La tensione ai capi della resistenza catodica è di 17 V e tale è quindi la tensione

di polarizzazione di griglia, con la differenza che mentre il catodo si trova a tensione positiva rispetto allo chassis, la griglia si trova a tensione negativa. La tensione di polarizzazione è determinata dalla differenza di potenziale esistente tra la griglia e il catodo.

CALCOLO DELLA RESISTENZA DI POLARIZZAZIONE.

La caduta di tensione ai capi della resistenza catodica è dovuta alla corrente che la attraversa, ed è la corrente totale che scorre nella valvola, ossia la corrente assorbita dalla placca più quella assorbita dalla griglia schermo. Il valore di questa resistenza è dato dalla formula:

$$\text{Resistenza catodica (in ohm)} = \frac{\text{Tensione di griglia} \times 1000}{\text{Corrente catodica (in mA)}}$$

Ciò risulta evidente osservando la figura 113 e tenendo presente la Legge di Ohm. Così, se la tensione di griglia desiderata è di 18 V e se la corrente catodica è di 40 mA (32 mA di placca e 8 mA di schermo) la resistenza catodica sarà di 450 ohm, essendo tale il prodotto della divisione di 18.000 : 40.

48. Misure di tensione negativa di griglia della valvola finale.

La tensione negativa di griglia per la valvola finale può venir ottenuta mediante la caduta di tensione ai capi della resistenza catodica, come in figura 114, oppure approfittando della caduta di tensione che si determina ai capi dell'avvolgimento di campo del dinamico, come in figura 115.

Attraverso l'avvolgimento di campo passa tutta la corrente raddrizzata di alimentazione. La caduta di tensione che si manifesta ai suoi capi dipende dalla sua resistenza e dalla corrente che lo attraversa. In media tale d. d. p. si aggira sui 100 V. Basta approfittare di questa tensione, sempre ne-

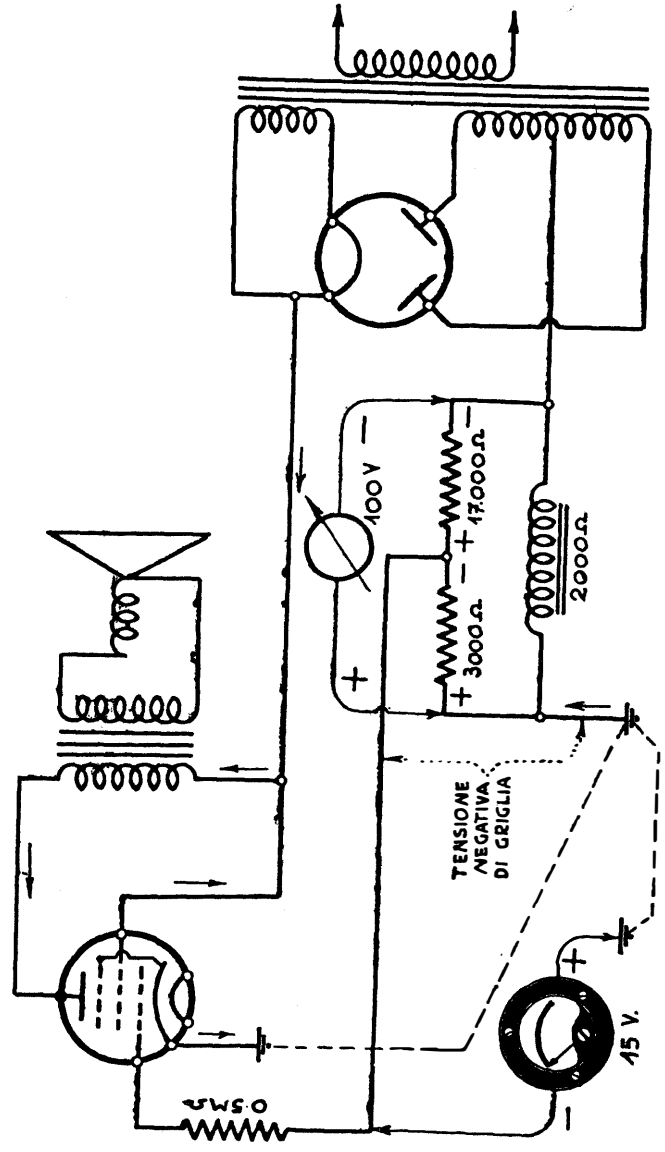


Fig. 115. - Come si può ottenere la tensione di polarizzazione per la valvola finale.

gativa rispetto il ritorno comune, ossia rispetto lo chassis, e prelevarne una parte da applicare alla griglia della valvola finale. Per ottenere la tensione negativa di griglia basta usare un divisorio costituito da due resistenze, come appunto indicato dalla figura 115.

Se, nel caso della figura suddetta, la resistenza dell'avvolgimento di campo è di 2000 ohm, e se la corrente che lo attraversa è di 50 mA, ai suoi capi sarà presente una tensione di 100 V, essendo $V = R : I$. Se la tensione negativa di griglia per la valvola finale deve essere di 15 V, basta usare un divisore di tensione costituito da due resistenze, una di 3000 ohm e l'altra di 17 000 ohm. Ai capi della resistenza di 3000 ohm sarà presente una tensione di 15 V, positiva verso lo chassis, e negativa al lato opposto.

Basta dunque collegare tale lato con la griglia controllo della valvola finale, e ciò con una adatta resistenza.

CALCOLO DEL DIVISORE DI TENSIONE.

Per calcolare il valore delle due resistenze necessarie per il divisore di tensione, si adoperano la due semplici formule seguenti:

$$R_1 = \frac{(V - V_g) \times 10}{I}$$

$$R_2 = \frac{V_g \times 10}{I}$$

dove R_1 e R_2 sono le due resistenze del divisore, come indicato in figura 115, V è la tensione ai capi dell'avvolgimento di campo, e V_g la tensione negativa di griglia ed I è la corrente che scorre nell'avvolgimento di campo, in ampere. Nel caso dell'esempio precedente, R_2 era di 3000 ohm, e tale valore venne ottenuto da: $15 \times 10 : 0{,}05$, dove 15 era la tensione di griglia richiesta e 0,05 la corrente presente nell'avvolgimento di campo.

TENSIONE DI POLARIZZAZIONE DA UNA PRESA DELL'AVVOLGIMENTO DI CAMPO.

Al posto delle due resistenze basta una presa allo stesso avvolgimento di campo, come indica la figura 116. In tal caso l'avvolgimento di campo va considerato come una sem-

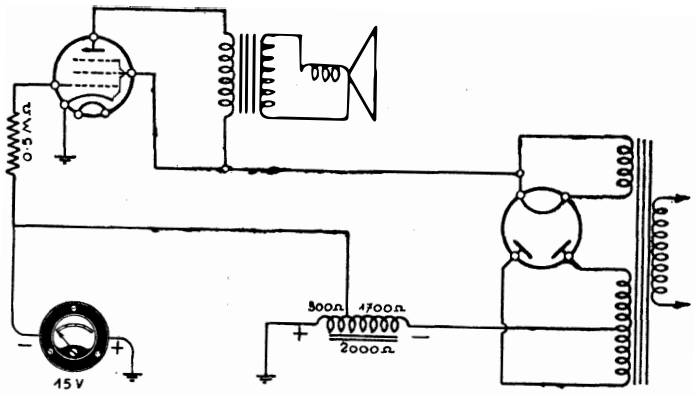


Fig. 116. - Le due resistenze di cui la fig. 115 possono venir sostituite con una presa dell'avvolgimento di campo.

plice resistenza, a cui occorre fare una presa per ottenere la tensione necessaria. Valgono le due formule suddette, eliminando il fattore 10, il quale serviva per ottenere un divisore di tensione dieci volte superiore in ohm alla resistenza dell'avvolgimento di campo. (Invece di 10 poteva venir usato un altro fattore conveniente, secondo le necessità pratiche).

TENSIONI DI POLARIZZAZIONE ANORMALI.

Uno dei guasti più comuni nello stadio della valvola finale di potenza è costitutito dalla interruzione della resistenza catodica. In tal caso, misurando la tensione ai capi di questa resistenza, ossia la tensione di polarizzazione di griglia, si nota che tale tensione è molto superiore alla normale, pur

essendo la resistenza interrotta, e quindi la tensione normale zero. Ciò per il fatto che la resistenza interna del voltmetro sostituisce la resistenza catodica. La tensione dipende dalla resistenza dello strumento. Occorre in tal caso staccare un capo della resistenza, togliendo il condensatore in derivazione, e controllarne la continuità o misurarne il valore (fig. 117).

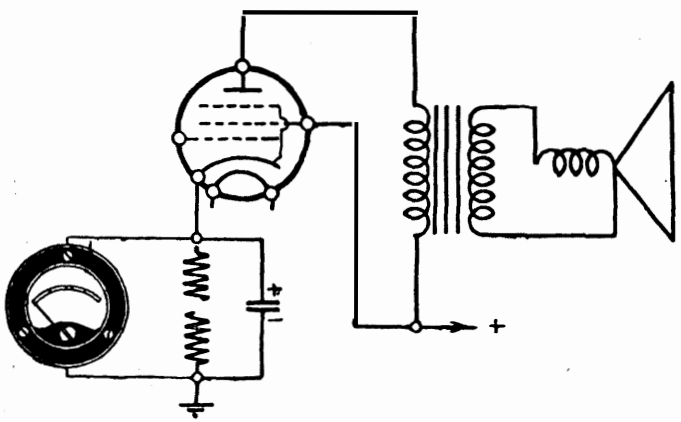


Fig. 117. - Quando la resistenza di polarizzazione è interrotta, la tensione misurabile è elevata, dato che la resistenza interna del voltmetro sostituisce quella interrotta.

Un altro caso di lettura errata avviene quando si misura la tensione di griglia controllo con un voltmetro collocato tra la griglia e il catodo, come in figura 118, ciò perchè la resistenza interna del voltmetro viene a trovarsi in serie a quella di griglia della valvola, il cui valore è notevolmente maggiore. Così, se la tensione di griglia è di 20 V, il voltmetro ne indica appena 3,3 V, nel caso indicato dalla figura.

Per poter meglio interpretare questo fatto occorre pensare che al posto della resistenza catodica ai capi della quale esiste la tensione di 20 V, vi sia una batteria di pile della

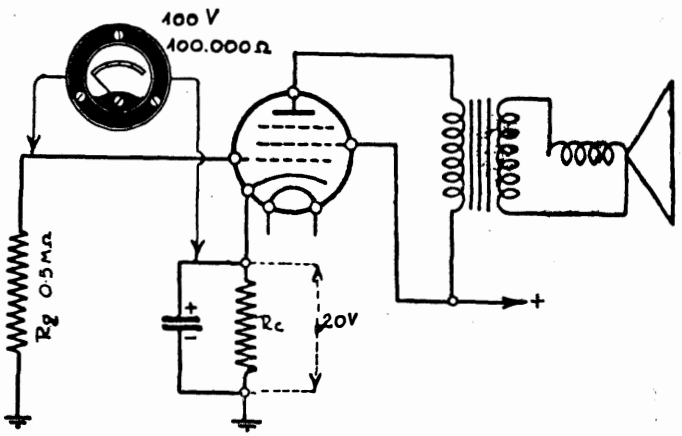


Fig. 118. - Modo errato di misurare la tensione di polarizzazione. La resistenza di griglia è in serie con lo strumento.

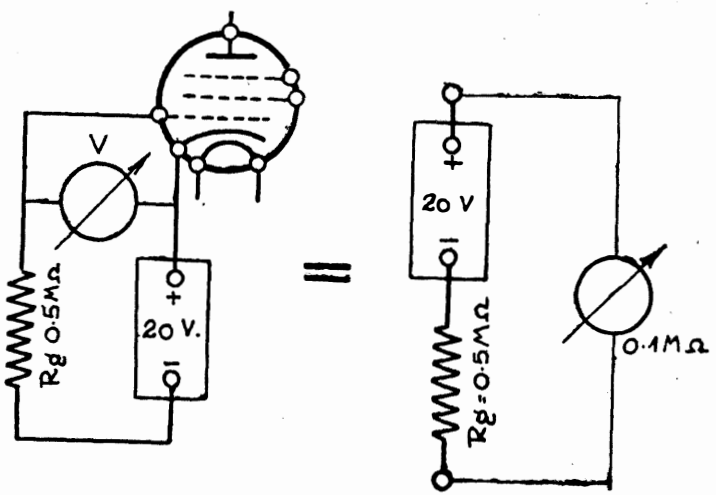


Fig. 119. - Dimostrazione dell'esempio di fig. 118.

stessa tensione. Allora la figura 118 viene ridotta nella figura 119, nella quale si può constatare che la resistenza interna del voltmetro è in serie con la resistena di griglia, in modo da formare un divisore di tensione. Se la resistenza di griglia è di 0,5 megaohm e quella del voltmetro è di 0,1 megaohm, è evidente che ai capi di quest'ultima ci sarà solo la sesta parte della tensione complessiva, ossia circa 3,3 V. Può avvenire che pure in questo caso si tenti di ottenere una lettura maggiore riducendo la portata dello strumento da 100 V massimi a 50 V massimi. Ma per la resistenza interna, il voltmetro segnerà meno di volt.

Conoscendo la tensione esistente ai capi della resistenza catodica, ossia la tensione di griglia, conoscendo la resistenza di griglia e quella interna del voltmetro, non si può venir indotti in errore se si tengono presenti le semplici considerazioni fatte.

49. Misura della tensione di griglia schermo.

Nel caso di valvole amplificatrici di potenza, la tensione di griglia schermo è generalmente superiore a quella di placca, e ciò per effetto della caduta di tensione ai capi del primario del trasformatore d'uscita (fig. 114). La tensione di griglia schermo di tali valvole indica spesso la tensione massima disponibile dopo la sezione filtrante, e quella applicata al secondo condensatore elettrolitico di filtro.

Nel caso di valvole amplificatici in alta o media frequenza, la tensione di griglia schermo dipende da quella applicata alla placca, e in media è inferiore alla metà della tensione di placca. Viene ottenuta mediante un divisore di tensione, come in figura 120. Occorre notare che in tal caso la resistenza catodica R_3 è attraversata oltre che dalla corrente anodica e da quella di griglia schermo, anche dalla corrente di riposo del divisore, e determinata dal valore delle due resistenze R_1 e R_2. La resistenza catodica risulta in tal caso minore di quella che sarebbe necessaria se non fosse

attraversata da tale corrente. Nel calcolare tale resistenza occorre tener conto anche della presenza di questa corrente, che può essere calcolata facilmente con la legge di Ohm.

QUANDO LA TENSIONE DI SCHERMO DIMINUISCE.

Se nessuna tensione è presente alla placca della valvola, figura 120, per interruzione del primario del trasformatore di m. f., manca la corrente anodica, ciò determina

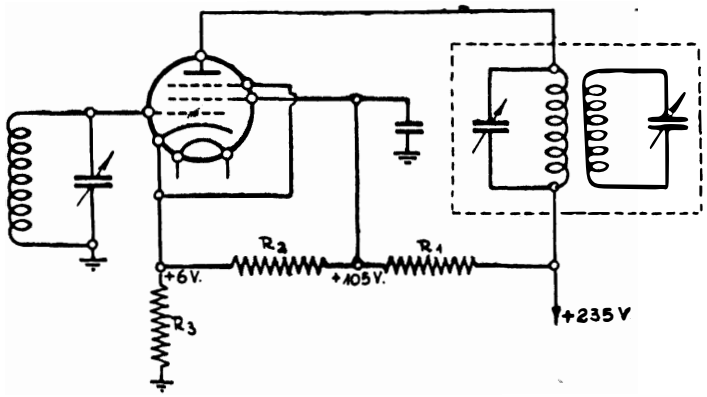


Fig. 120. - Nel calcolo della resistenza di polarizzazione R_3 va tenuto conto della corrente dovuta al divisore di tensione R_1 ed R_2.

una diminuzione della tensione di griglia controllo, appunto perchè la corrente che scorre in R_3 è minore. La valvola funziona come triodo con la griglia schermo per placca. La corrente di griglia schermo aumenta, e aumenta pure la corrente attraverso la resistenza R_1 ed è perciò che la tensione di griglia schermo diminuisce.

QUANDO LA TENSIONE DI SCHERMO AUMENTA.

Se invece si interrompe la resistenza R_2, la tensione di griglia schermo aumenta fortemente, mancando la caduta di

tensione, tanto da avvicinarsi alla tensione di placca. Diminuisce invece la tensione di griglia controllo, data la diminuita corrente attraverso R_3 ed aumenta perciò sia la corrente di placca che quella di griglia schermo.

MISURA DELLA TENSIONE DI SCHERMO NELLE VALVOLE RIVELATRICI.

In alcuni ricevitori non recenti è usato un pentodo per la rivelazione, come in figura 121. In tal caso non è usato alcun divisore di tensione, bensì nel circuito di griglia schermo è inclusa una resistenza di valore elevato, che nel caso della

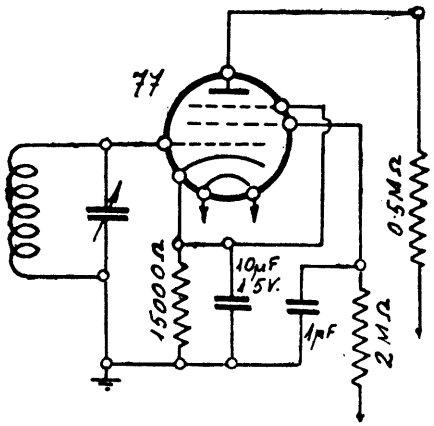


Fig. 121. - Esempio di pentodo rivelatore. La misura della tensione di schermo è possibile con voltmetro ad altissima resistenza interna.

figura 121 è di 2 megaohm. In questo caso non è facile misurare la tensione di griglia schermo, data la resistenza minore dello strumento, e la caduta di tensione che esso determina. Un esempio è dato dalla figura 122.

Ai capi della resistenza di 900000 ohm è presente una tensione di 90 V, mentre misurando tale tensione con uno

strumento a 1000 ohm per volt, portata massima di 100 V, si ottiene una lettura di 50 V. Se in tal caso la portata dello strumento viene ridotta a 50 V, nella supposizione di leggere meglio la tensione presente ai capi della resistenza, si ottiene una lettura ancora minore, ossia solo 33 V. Per avere

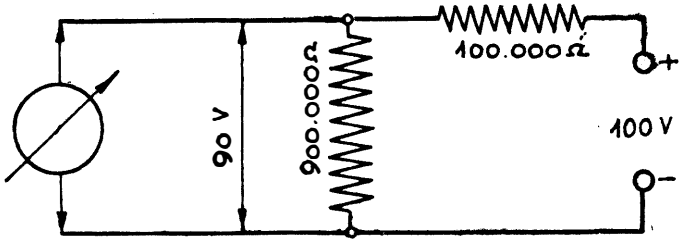


Fig. 122. - Ai capi della resistenza di 900 000 ohm sono applicati 90 V. Per misurare tale tensione è opportuno usare un voltmetro con portata sino a 1000 V. ad alta resistenza interna.

una lettura meno lontana dal vero occorre aumentare la portata dello strumento, in modo da aumentarne anche la resistenza interna. Per poter leggere approssimativamente la tensione di 90 V ai capi della resistenza di 900 000 ohm, disponendo di un voltmetro con portata massima di 100 V è necessario estendere la portata a 1000 V, collegando in serie ad esso una resistenza di 0,9 megaohm.

CAPITOLO OTTAVO

ANALISI DELLE RESISTENZE NEGLI APPARECCHI RADIO

50. Ricerca di interruzioni.

CONTROLLO DELLE BOBINE.

L'ohmmetro riesce molto utile per la ricerca di interruzioni, specialmente nei circuiti a radiofrequenza. Con esso

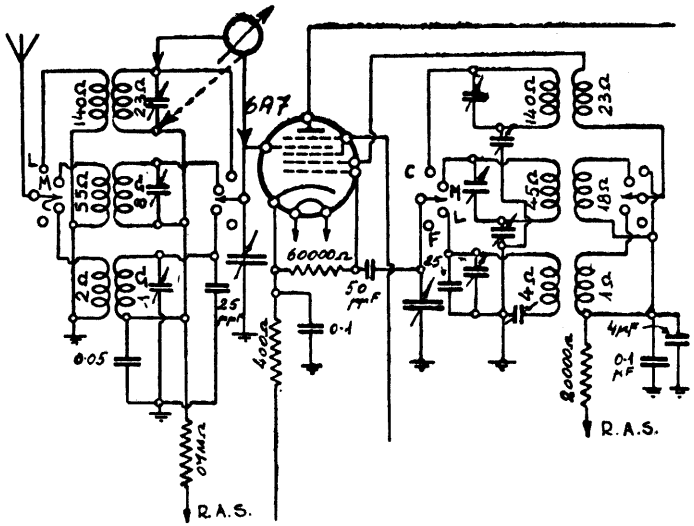


Fig. 123. - Valore ohmico degli avvolgimenti compresi in un tipico stadio di conversione di frequenza.

è facile controllare la *continuità delle bocine*, staccandole dal circuito e misurando la loro resistenza. Se tale resistenza risulta essere molto elevata o infinita, l'interruzione è evidente. Qualora la bobina non sia interrotta, il valore della sua resistenza ohmmica sarà compreso fra 1 e 200 ohm. La figura 123 indica il valore ohmmico delle bobine appartenenti allo stadio di conversione di frequenza di un moderno ricevitore.

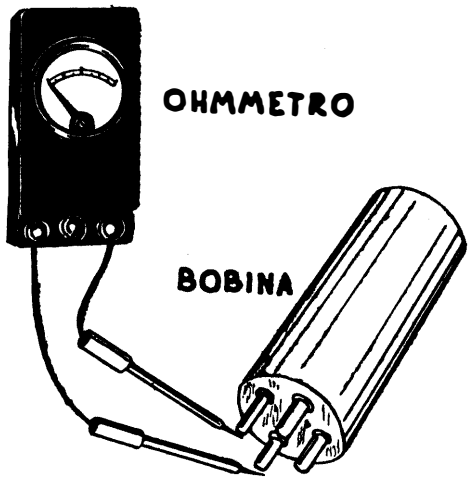


Fig. 124. - L'ohmmetro consente l'esame di continuità delle bobine.

CONTROLLO DELLE RESISTENZE DI CONTATTO.

L'ohmmetro può indicare l'eventuale resistenza di contatto del commutatore di gamma. A tale scopo va collegato prima ai capi della bobina, escludendo la presenza del commutatore, e poi con la presenza del commutatore, come indicato dalla figura 123 (in alto, a sinistra). L'aumento della resistenza nel secondo caso è dovuto alla presenza del com-

mutatore, e può causare dei difetti di funzionamento se la resistenza di controllo è superiore a 0,1 ohm.

CONTROLLO DELLE RESISTENZE.

Per l'esame di *continuità delle resistenze* si procede come per le bobine. La resistenza va tolta dal circuito e quindi va misurato il suo valore ohmmico. Se la resistenza risulta infinita o quasi, va considerata interrotta. L'esame della continuità serve anche, automaticamente, per il controllo del valore della resistenza. Occorre far attenzione che la resistenza in esame non venga collocata, durante la misura, sopra un sostegno non isolante, e che le sue estremità non vengano toccate con le mani, o che le estremità metalliche dei terminali non siano in contatto con le dita, perchè in tal caso le letture riescono completamente falsate.

CONTROLLO DEI CONDENSATORI.

Anche i *condensatori* possono venir esaminati nello stesso modo. L'ohmmetro può indicare se i condensatori sono in

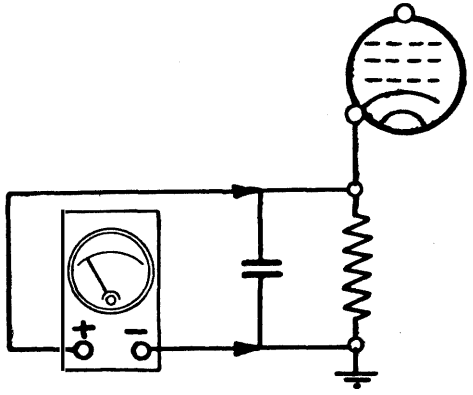


Fig. 125. - Durante il controllo dei condensatori elettrolitici con l'ohmmetro, occorre rispettare la loro polarità.

corto circuito. In buono stato, la loro resistenza è praticamente infinita. È necessario staccare il condensatore in esame dal circuito, a meno che non sia in parallelo con una resistenza di valore elevato, perchè in tal caso il corto circuito del condensatore annulla la presenza della resistenza.

Durante l'esame dei condensatori elettrolitici, l'ohmmetro deve conservare la stessa polarità dei condensatori (fig. 125). La inversione di polarità dell'ohmmetro determina false letture e danneggia il condensatore.

51. Esame delle resistenze. Analisi a freddo.

Dopo l'analisi delle tensioni, segue per importanza l'analisi delle resistenze presenti nell'apparecchio radio. Questa

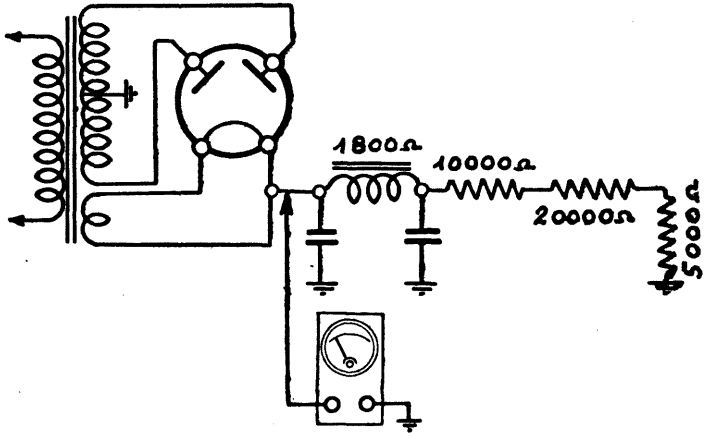


Fig. 126. - Esempio di controllo rapido di partitore di tensione.

analisi va fatta ad apparecchio spento. È perciò che l'analisi delle tensioni vien detta anche *analisi a caldo*, mentre quella delle resistenze viene detta *analisi a freddo*.

Nel caso delle resistenze che costituiscono il partitore di tensione di un apparecchio radio, collegate in serie con l'av-

volgimento di campo, come in figura 126, è possibile controllare lo stato di tutto il complesso collegando l'ohmmetro fra l'entrata dell'avvolgimento di campo (o un piedino corrispondente al filamento della raddrizzatrice) e la base.

Nell'esempio fatto, essendo le resistenze e l'avvolgimento

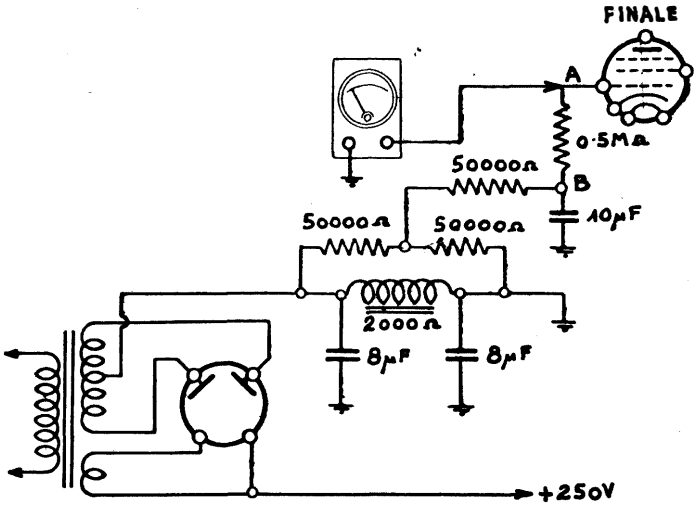


Fig. 127. - L'ohmmetro indica immediatamente lo stato di tutte le resistenze presenti e dell'avvolgimento di campo.

in serie, *il valore complessivo è dato dalla somma dei valori ohmmici inclusi*, ossia 36 800 ohm.

La figura 127 indica un altro esempio, nel quale due resistenze sono in parallelo all'avvolgimento di campo, che è incluso nel lato negativo dell'alimentazione. Le due resistenze servono a prelevare metà della tensione negativa presente ai capi dell'avvolgimento, per applicarla alla griglia controllo del pentodo finale. In tal caso, collegando l'ohmmetro tra la griglia controllo e la base si può avere immediatamente il controllo delle resistenze incluse e dell'avvolgimento di campo.

Le due resistenze di 50 000 ohm e l'avvolgimento sono collegate in serie-parallelo, come indica la figura 128. Il complesso si comporta come due resistenze in parallelo, di cui una rappresenta la somma della resistenza dell'avvolgimento più il valore della resistenza in serie.

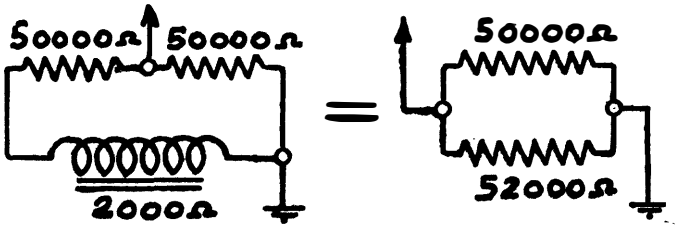


Fig. 128. - Semplificazione dell'esempio di fig. 127.

Il valore di due *resistenze in parallelo* è dato da

$$\frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$$

e nell'esempio fatto risulta essere di 25 490 ohm. Collegando l'ohmmetro come indica la figura 127, è inclusa anche la resistenza di 0,5 MΩ, per cui la resistenza totale risulta essere di 575 500 ohm circa. Per maggiore esattezza è opportuno misurare anche dopo la resistenza di 0,5 MΩ, passando dal punto *A* al punto *B* (fig. 127). In tal caso la resistenza complessiva dovrà essere di 75 490 ohm, o circa, dato che vi è una tolleranza media del 10 % sul valore delle resistenze impiegate nei ricevitori.

52. Controllo dei ricevitori con l'ohmmetro.

La figura 129 indica tutti i valori ohmmici praticamente misurabili in un normale apparecchio monogamma a cinque valvole. I valori indicati possono variare notevolmente da un

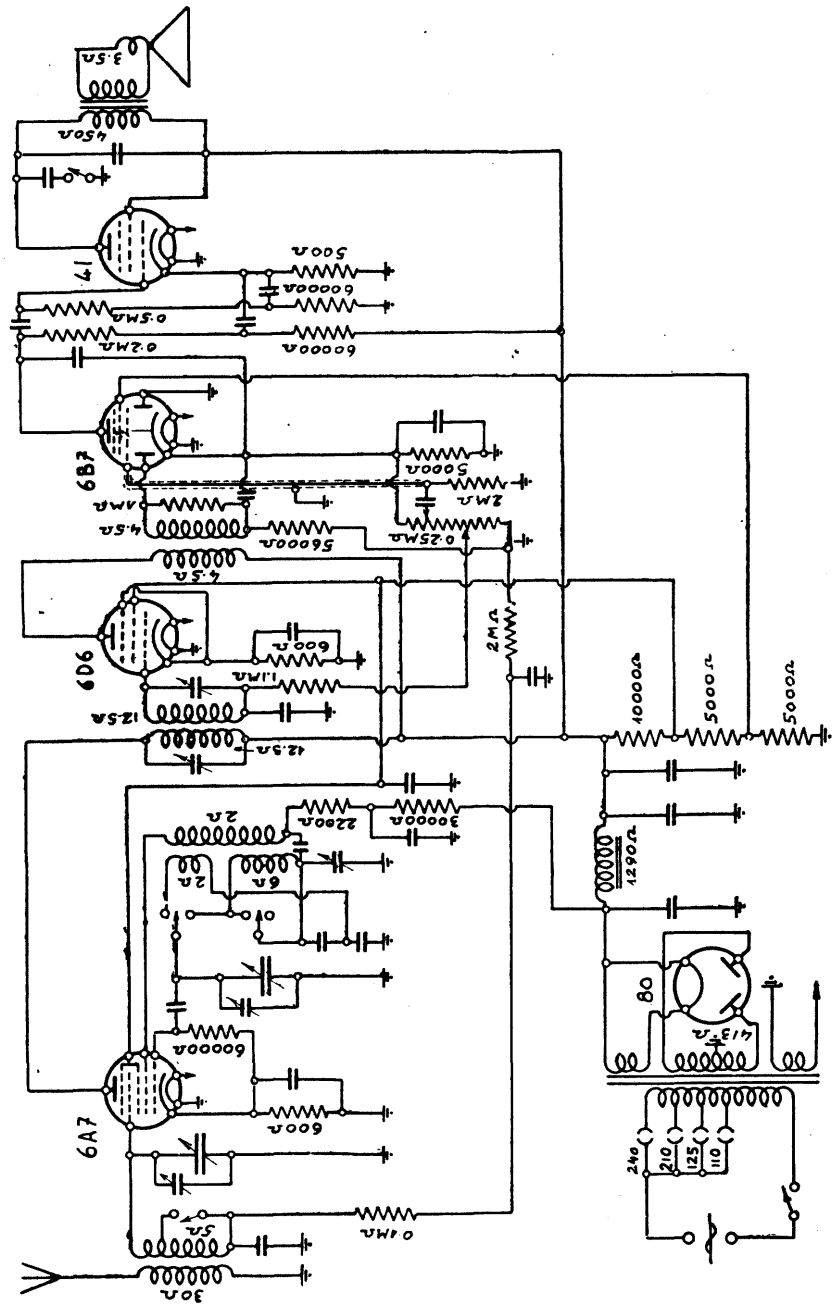


Fig. 129. - Valori ohmmici delle resistenze e degli avvolgimenti in un ricevitore a cinque valvole.

tipo all'altro di ricevitore, e servono solo a dare un'indicazione generale.

Queste misure vanno fatte con lo chassis tolto dal mobile e con le valvole spente. Occorre disporre dello schema del ricevitore in esame, diversamente il controllo riesce alquanto più difficile.

L'esame delle resistenze può venir fatto anche senza togliere lo chassis dal mobile, approfittando dei portavalvole.

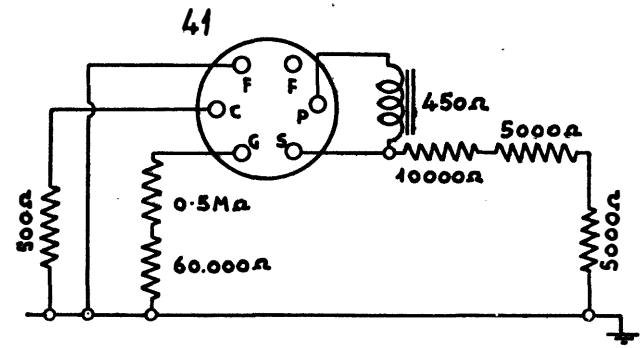


Fig. 130. - Controllo delle resistenze tra i piedini della valvola finale e la base metallica del ricevitore.

In tal caso non è possibile analizzare ciascuna resistenza, ma si può controllare il complesso di resistenze.

Così, nel caso della valvola finale, misurando tra il catodo e lo chassis si deve ottenere il valore della resistenza di polarizzazione, come indica la figura 130. Misurando tra la placca e la massa ed osservando lo schema risulta che il valore esatto deve essere di 20 450 ohm, essendo in tal caso inclusi in circuito il primario del trasformatore d'uscita e le tre resistenze del partitore di tensione. Si può controllare il valore di queste tre sole resistenze collegando l'ohmmetro tra la griglia schermo e la massa, e quello del primario del trasformatore, collegandolo tra la griglia schermo e la placca.

53. Analisi « da punto a punto ».

L'analisi dei ricevitori con il sistema « *da punto a punto* » consiste nel controllare il valore di una o più resistenze o avvolgimenti compresi tra un *punto di riferimento*, per esempio la base metallica del ricevitore, ed un altro punto.

Nel caso della figura 130 le misure sono state fatte prendendo per punto di riferimento la base metallica. Questo sistema può venir esteso a tutti i portavalvole od altro. L'analisi può venir effettuata con l'ohmmetro, senza alcun altro ausilio; oppure, più comodamente, con un *analizzatore* (tester), di cui il par. 48.

Il punto di riferimento può variare, nel senso che invece di essere costantemente la base metallica, può essere l'uscita dell'avvolgimento di campo del diffusore. Se l'analisi viene effettuata stadio per stadio, il catodo della valvola di ciascun stadio può costituire il punto di riferimento.

È necessario che l'analisi venga fatta tenendo sott'occhio lo schema del ricevitore, e che le varie letture vengano correttamente interpretate, specie quando vi sono resistenze o avvolgimenti in parallelo, e quando vi sono condensatori che possono essere in corto e che in tal modo falsano le letture. Così, con il semplice esame delle resistenze, possono venir messi in evidenza i condensatori in cortocircuito.

PRESENZA DI CONDENSATORI ELETTROLITICI.

Quando sono presenti *condensatori elettrolitici* va notato che essi offrono una resistenza elevata se la polarità dell'ohmmetro è corretta, ed una resistenza molto bassa se la polarità è invertita. Anche se la polarità è corretta, la misura di una resistenza in parallelo con un elettrolitico risulta alterata. In pratica si può trascurare questa alterazione perchè è quasi trascurabile se l'elettrolitico è in buone condizioni. Ottenendo letture alterate oltre il 10 % del valore nominale della resistenza occorre staccarla dal condensatore e ripetere la misura.

Data la presenza dei condensatori elettrolitici, nell'analisi da punto a punto è bene che il *punto fermo* (terminale dell'ohmmetro collegato alla base metallica) sia *negativo* (terminale negativo dell'ohmmetro), e positivo il *punto mobile*.

Fa eccezione il caso in cui l'elettrolitico sia posto in pa-

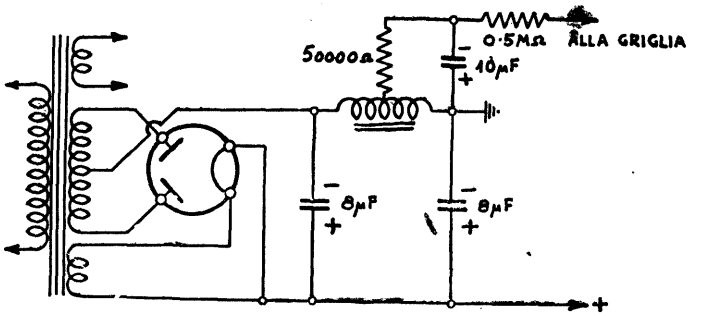


Fig. 131. - Rispetto ai 2 condensatori elettrolitici di 8 μF, la polarità di quello di 10 μF è invertita.

rallelo alla resistenza collegata ad una presa dell'avvolgimento di campo inserito nel lato negativo dell'alimentazione (fig. 131). In questo caso la polarità del condensatore è invertita, ed occorre che il punto fisso sia positivo e l'altro negativo.

CAPITOLO NONO

STRUMENTI ANALIZZATORI

54. Scopo degli strumenti analizzatori.

Scopo degli apparecchi radio è quello di far funzionare le loro valvole. I diversi circuiti fanno perciò capo ai vari elettrodi delle valvole impiegate. Quando avviene una interruzione o un cortocircuito in uno di questi circuiti (di griglia controllo, di placca, di griglia schermo, di catodo, ecc.) si determinano in esso delle condizioni anormali. Tali condizioni si estendono a tutti gli altri circuiti che fanno capo alla stessa valvola, per cui dall'esame di queste condizioni è possibile determinare la causa che le ha prodotte.

Gli strumenti *analizzatori* (tester) servono ad indicare la tensione e la corrente presenti nei circuiti che fanno capo ai diversi elettrodi delle valvole impiegate nei radioricevitori. Il loro nome dipende appunto dalla loro funzione di analisi di tali tensioni e correnti. Gli analizzatori provvedono pure alla misura delle resistenze comprese tra i diversi piedini delle valvole e la base metallica o il catodo (par. 38).

Dato che l'alterazione in uno dei circuiti relativi ad una stessa valvola determina variazioni di tensione e corrente in quasi tutti gli altri, gli analizzatori non indicano immediatamente dove si trovi l'alterazione, ma aiutano a localizzarla. Una volta localizzato il circuito nel quale è presente l'alterazione, essa viene individuata mediante la prova di continuità degli avvolgimenti, la misura delle resistenze e la prova dei condensatori presenti nel circuito.

55. Principio di funzionamento degli analizzatori.

Il principio degli analizzatori è di estendere le connessioni che giungono a ciascuna valvola dell'apparecchio radio, in modo da portarle in vicinanza di uno strumento di misura. Tale strumento è generalmente un milliamperometro che viene usato per la misura dell'intensità di correnti continue ed alternate, per quella delle tensioni, delle resistenze e spesso anche delle capacità.

In tal modo l'analisi delle correnti, tensioni e resistenze riesce facile, giacchè basta generalmente agire su un commutatore (fig. 156) per passare da un circuito all'altro.

CORDONI E PRESE D'INNESTO.

Pur esistendo numerosi tipi di analizzatori il loro principio di funzionamento è sempre lo stesso. Intorno allo strumento di misura (a volte possono essere provvisti di più strumenti di misura, ma la funzione è sempre la stessa) sono disposti alcuni portavalvole ed alcuni comandi. Sono pure provvisti di un cordone di collegamento, (fig. 132 e 134) a molti capi con all'estremità una presa d'innesto (figure 132, 134, 135 e 136). Tale presa possiede dei piedini come una normale valvola, per esempio come un pentodo. Essa può quindi venir innestata al posto di tale valvola nell'apparecchio radio, mentre la valvola viene collocata nel corrispondente portavalvole dell'analizzatore.

In tal modo le tensioni e le correnti che giungevano alla valvola quando era collocata sull'apparecchio radio, continuano a giungerle anche dopo essere stata collocata sull'analizzatore, con la differenza che tali tensioni e correnti sono facilmente misurabili.

ADATTATORI.

Alla presa d'innesto da collocare al posto delle varie valvole possono venir aggiunti degli adattori (fig. 136 a sinistra, fig. 137 e fig. 138 a destra). Ciascun adattatore ha un

diverso numero di piedini, corrispondente ad una data categoria di valvole. In tal modo se la spina d'innesto possiede dei piedini, essa può venir adattata in modo da poter venir innestata al posto di valvole a quattro, cinque, sette ed otto piedini.

56. Il più semplice analizzatore.

La figura 132 indica un esempio di analizzatore reso nelle sue parti più elementari. La valvola a 5 piedini (triodo)

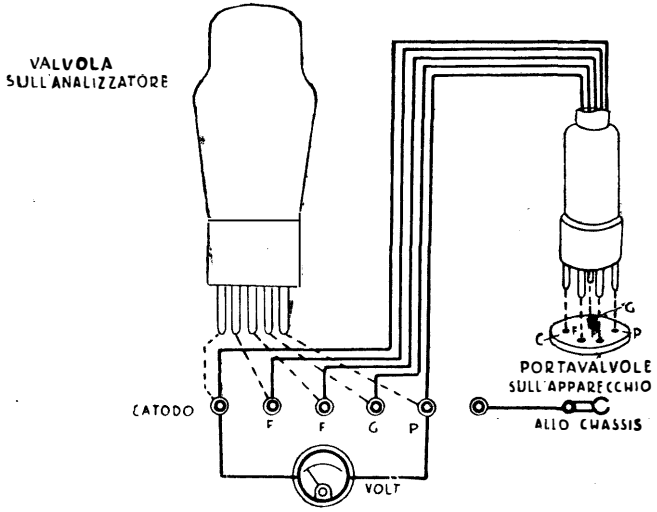


Fig. 132. - Principio di funzionamento degli analizzatori.

è la più semplice tra le valvole normali. Va tolta dall'apparecchio e collocata sull'adatto portavalvole dell'analizzatore, mentre al suo posto sull'apparecchio va innestata la spina, provvista dello stesso zoccolo della valvola. Ciascun piedino della spina è collegato al corrispondente attacco del portavalvole, sicchè alla valvola giungono le stesse tensioni e correnti come quando era collocata sull'apparecchio.

L'analizzatore è provvisto di 5 prese di contatto, una per ciascun piedino, ed è pure provvisto di un voltmetro, il quale può venir incluso tra due qualsiasi delle prese di contatto. Nel caso illustrato dalla figura, il voltmetro è stato incluso tra il catodo e la placca, ed in tal modo indica la tensione di placca della valvola. Nello stesso modo può indicare la tensione esistente tra due elettrodi diversi e qualsiasi della valvola.

Una sesta presa è collegata alla base dell'apparecchio, sicchè le varie tensioni possono venir misurate anche tra la base ed uno degli elettrodi della valvola. Così la tensione di placca può venir misurata fra la base e la placca, oltre che tra il catodo e la placca.

PER MISURE DI CORRENTI.

Le correnti non possono venir misurate, non essendo possibile includere lo strumento di misura in serie a ciascuno

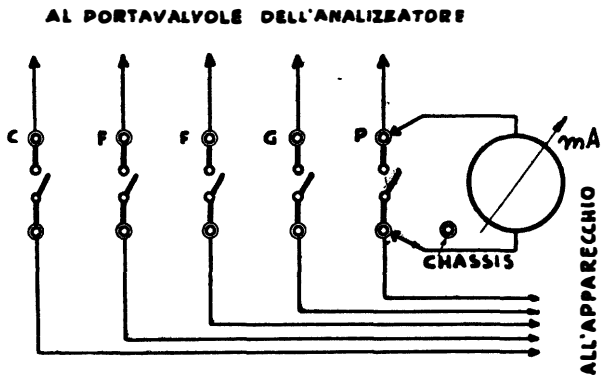


Fig. 133. - Principio di analizzatore per la misura d'intensità di corrente.

dei circuiti. Affinchè ciò sia possibile occorre che l'analizzatore possieda due file di contatti, come in figura 133 tra ciascuna delle quali sia disposto un interruttore. Così, per

misurare l'intensità della corrente di placca basta aprire l'interruttore tra le due prese di placca (nella figura gli interruttori sono tutti aperti) e quindi inserire lo strumento tra le due prese stesse.

L'analizzatore della figura 132 può venire perfezionato con questa doppia serie di contatti e con i relativi interruttori. In tal caso gli elettrodi dello stesso tipo delle varie valvole vanno collegate alle due prese di contatto. Così le placche di tutte le valvole vanno collegate alle due prese di placca.

Per la misura va utilizzato uno strumento adatto per tensioni e correnti, il quale può servire anche per altri usi di laboratorio.

57. Prese d'innesto ed adattatori.

La figura 132 indica uno dei tipi più semplici di prese di innesto, ma inadeguato alle attuali valvole con il contatto di griglia controllo sopra il bulbo.

La figura 134 mostra una presa d'innesto adatta per valvola a cinque piedini con contatto di griglia sopra il bulbo. La parte superiore della presa è provvista di due cappelletti metallici, collegati internamente, ed ai quali corrisponde uno dei sei conduttori incorporati nel cordone di collegamento. Questo conduttore va alla discesa di griglia dell'analizzatore, ossia al collegamento che va al cappelletto sopra il bulbo della valvola.

Ai due cappelletti metallici della presa va collegata la discesa di griglia dell'apparecchio, la quale prima faceva capo alla griglia controllo della valvola. I cappelletti sono due soli per facilitare l'attacco, all'uno o all'altro.

PER EPTODI O OTTODI.

Per gli eptodi e per gli ottodi sono necessarie prese di contatto con sette piedini, oltre ai cappelletti per la griglia controllo, come nel caso della fig. 135. I conduttori del cordone di collegamento sono in tal caso nove: 7 per gli altrettanti piedini della valvola, 1 per la griglia controllo ed 1 per la presa allo chassis.

Affinchè la stessa presa di contatto possa servire anche per le valvole con meno di sette piedini, viene provvista di alcuni adattatori, nei quali la spina può venir innestata, e

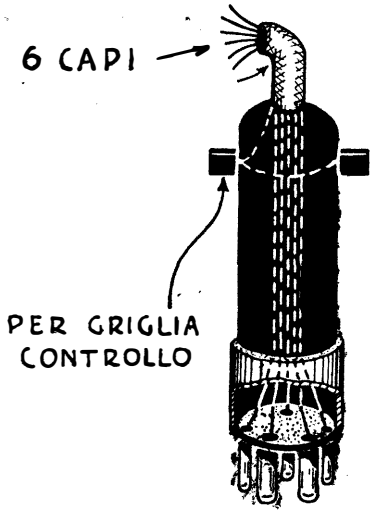


Fig. 134. - Presa d'innesto per valvola a 5 piedini con griglia controllo sopra il bulbo.

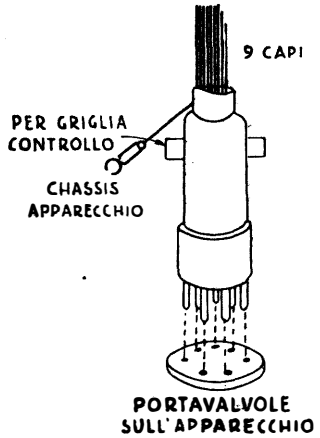


Fig. 135. - Presa d'innesto per eptodi ed ottodi.

che possiedono 6, 5 e 4 piedini. La figura 136 indica una presa d'innesto ed un adattatore.

In figura 137 è indicato come vengono collegati i piedini degli adattatori ai fori corrispondenti.

PER VALVOLE METALLICHE O «G».

Quando la spina di innesto è del tipo a 6 piedini, provvedendola dell'adattatore a sette piedini, non è possibile eseguire le misure sul nuovo elettrodo, dato che non viene

variato il numero dei conduttori nel cordone di collegamento. Gli analizzatori moderni sono provvisti di cordone

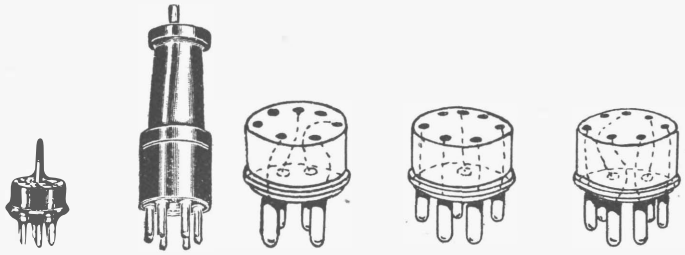


Fig. 136. - Spina d'innesto a 7 piedini con relativo adattatore (a sinistra) a 5 piedini.

Fig. 137. - Gli adattatori hanno tutti lo stesso numero di fori (in alto) e diverso numero di piedini (in basso).

con 10 od 11 conduttori interni, e con spina d'innesto ad 8 piedini, per valvole metalliche o della serie « G » con zoccolo *miniature* (octal). Per queste valvole non è necessario alcun adattatore, essendo lo zoccolo costante per tutti i tipi. Per le eccezioni servono, naturalmente, gli adattatori.

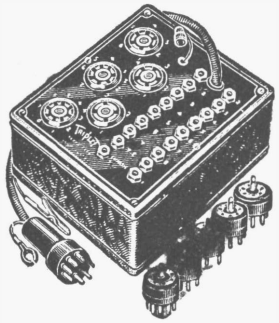


Fig. 138. - Esempio di analizzatore a punto libero. (Lo schema è indicato dalla fig. 141).

ANALIZZATORE CON STRUMENTO SEPARATO.

Un analizzatore del tipo indicato dalle figure 132 e 133, con il cordone di collegamento, la spina d'innesto e 5 adattatori è illustrato dalla figura 138. Si può notare che la spina d'innesto non è adatta per portavalvole miniature, ma che è provvisto di 8 piedini, e che il primo degli adattatori serve per tali valvole.

In figura 133 sono stati indicati degli interruttori tra le due serie di prese di contatto, necessari per le letture d'intensità di corrente. Nell'analizzatore indicato non sono presenti questi interruttori e ciò perchè le prese di contatto di una delle due file sono provviste di un semplice dispositivo per l'apertura del circuito, che viene comandato dallo stesso terminale dello strumento di misura. Innestando il terminale per la lettura dell'intensità di corrente il circuito si interrompe automaticamente e lo strumento di misura risulta in tal modo inserito in circuito. Gli analizzatori di questo tipo vengono detti a *punto libero*.

58. Esempio di analizzatore a commutatore.

Nell'analizzatore di figura 132 un terminale dello strumento di misura viene tenuto fisso nella presa di contatto

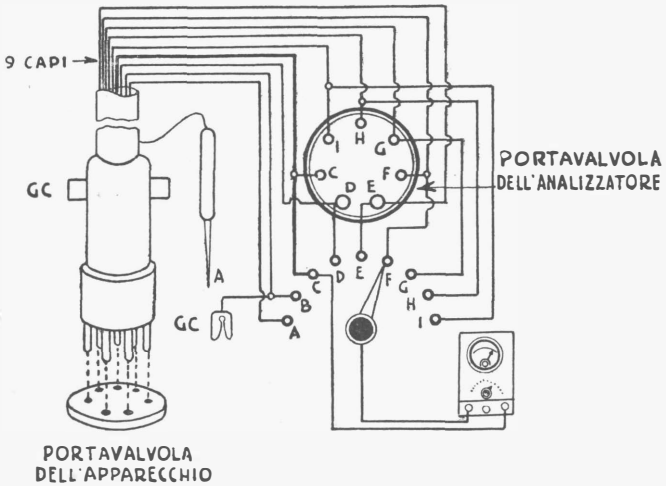


Fig. 139. - Principio di funzionamento degli analizzatori a commutatore.

relativa al *catodo* od a quella relativa alla base. L'altro terminale va innestato nelle altre prese di contatto, corrispondente agli elettrodi della valvola. Questo passaggio da un contatto all'altro può essere ottenuto anche con un commutatore, e ne risulta allora un *analizzatore a commutatore* come quello il cui principio di funzionamento è indicato dalla figura 139. (Un esempio di analizzatore commerciale di questo tipo è quello di fig. 156).

Per semplicità è stato indicato un solo portavalvole sull'analizzatore. La presa d'innesto va collocata sul portavalvole del ricevitore, e la valvola va collocata su quello dell'analizzatore. Nell'esempio fatto la valvola è del tipo a 7 piedini, i quali fanno capo ad altrettanti contatti del commutatore. Lo strumento di misura è collegato al catodo (C) ed al cursore del commutatore. In tal modo con il semplice spostamento del commutatore è possibile leggere le tensioni applicate ai diversi elettrodi della valvola.

Si può immaginare che lo strumento di misura sia un *volt-ohmmetro*, in tal caso, effettuata la lettura delle tensioni, il ricevitore viene staccato dalla rete, e lo strumento passato nella posizione *ohmmetro*. Con il semplice movimento del commutatore, si possono leggere i valori delle resistenze incluse nei circuiti facenti capo alla valvola, o, nel caso di avvolgimenti, stabilirne la continuità. A tale scopo serve il contatto *A* del commutatore, (invece del contatto C), il quale fa capo al terminale di contatto segnato pure *A*. La resistenza presente nel circuito di ciascun elettrodo può venir misurata sia rispetto lo chassis, collegando il terminale *A* allo chassis, sia rispetto un qualsiasi altro punto del ricevitore. Se nel circuito sono presenti, in tutto, tre resistenze in serie, con il terminale di contatto è possibile ottenere la lettura del valore di ciascuna di esse, incominciando dalla prima e sommando il valore delle altre.

Il contatto *B* del commutatore serve per la griglia controllo (G C) della valvola e fa capo ai cappelletti metallici (G C) della spina d'innesto.

È evidente che invece di un solo portavalvole a 7 piedini possono essere presenti 5 portavalvole, adatti per valvole da 4 ad 8 piedini. Possono essere presenti nello stesso modo, altri 5 portavalvole adatti per valvole di tipo europeo. In totale quindi un analizzatore con 10 portavalvole e con 9 adattatori, è adatto per il controllo delle tensioni e delle resistenze di qualsiasi apparecchio normale provvisto di valvole di tipo americano od europeo. Il principio di funzionamento dell'analizzatore di figura 93 non muta affatto, dato che gli elettrodi di uno stesso tipo (ad esempio le placche) di tutte le valvole vengono collegati insieme, allo stesso contatto del commutatore, ed allo stesso conduttore del cordone di collegamento.

Per la misura di intensità di corrente occorre che lo strumento di misura sia adatto, ed occorre pure provvedere a variare l'analizzatore secondo il principio indicato da figura 133. Si vedrà in seguito qualche esempio pratico.

59. Esempi di analizzatori a punto libero.

Un analizzatore a punto libero, che compendia i principî indicati dalle figure 132 e 133, è illustrato schematicamente dalla figura 140. I quattro portavalvole sono adatti per valvole da 4 a 7 piedini. Il numero ed il tipo dei portavalvole può aumentare senza che nulla venga mutato.

Le prese di contatto estreme (3 in basso e 4 in alto) sono collegate ai filamenti delle valvole, e non sono doppie, essendo eliminato il caso di lettura d'intensità di corrente alternata per l'accensione delle valvole.

Anche la presa di contatto centrale (chassis) è singola, dato che fa capo alla base del ricevitore, e quindi rappresenta un punto costante di riferimento per la misura delle tensioni.

Vi sono sei doppie prese di contatto, e corrispondono ad altrettanti elettrodi della valvola con il maggior numero di piedini. Il cordone di collegamento comprende nove con-

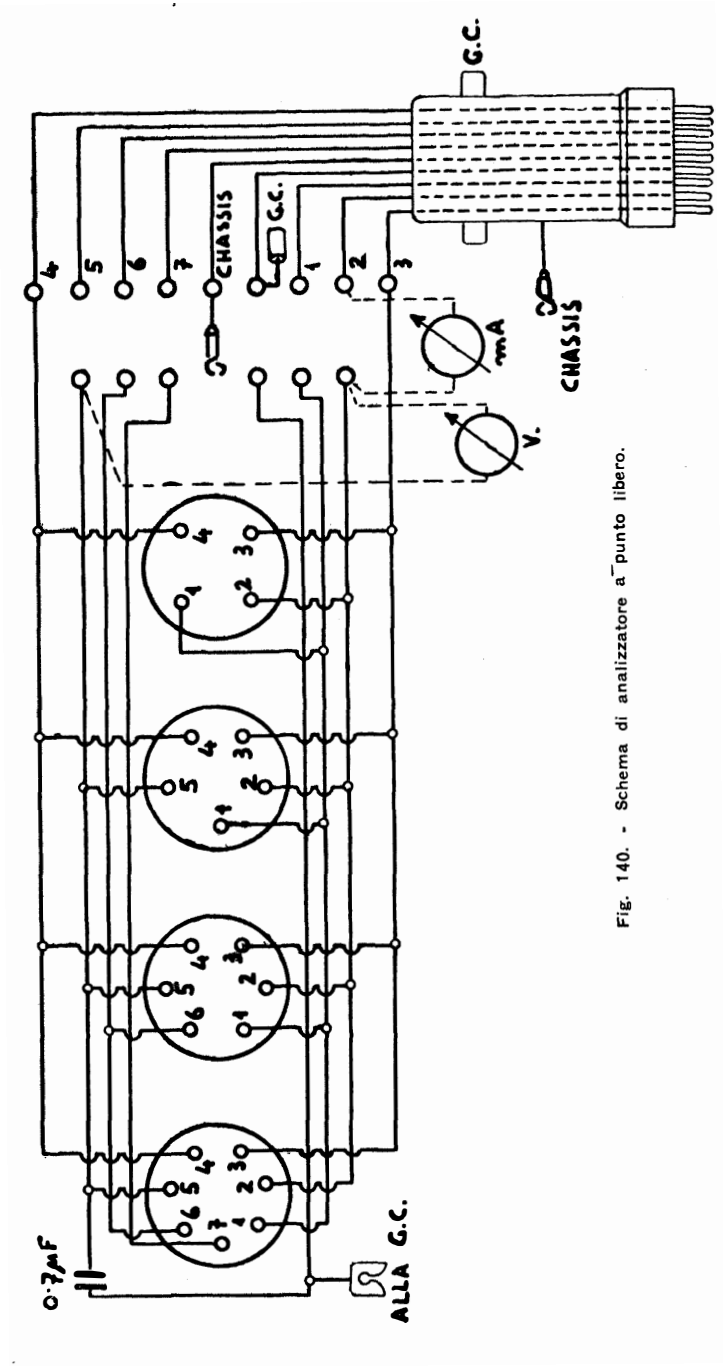


Fig. 140. - Schema di analizzatore a punto libero.

duttori, e fa capo alla spina d'innesto con 7 piedini, i terminali metallici per la griglia controllo, ed il collegamento per l'attacco allo chassis.

Tra i sei contatti doppi vi è un interruttore a pulsante che va schiacciato per ottenere la lettura delle intensità di corrente. Nell'esempio, sono stati segnati due strumenti di misura, un milliamperometro per la misura della intensità di

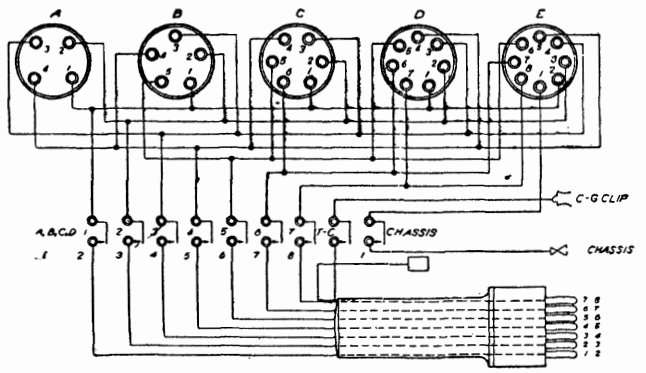


Fig. 141. - Schema dell'analizzatore di fig. 138.

corrente di placca, ed un voltmetro per la misura della tensione di placca. È evidente che questi due strumenti possono essere riuniti in uno strumento solo, con un certo numero di portate milliamperometriche ed un certo numero di portate voltmetriche. Tale strumento può anche funzionare da ohmmetro.

La figura 141 indica un secondo esempio di analizzatore a punto libero, adatto anche per valvole metalliche e della serie G, costituito da 8 doppie prese di contatto, 5 portavalvole e un cordone di collegamento a 9 conduttori.

60. Tabella per l'analisi di radioricevitori.

Le quattro figure di questo paragrafo illustrano altrettanti esempi di schemi di stadi comprendenti una valvola.

La figura 142 servirà, per quanto riguarda l'analisi dei

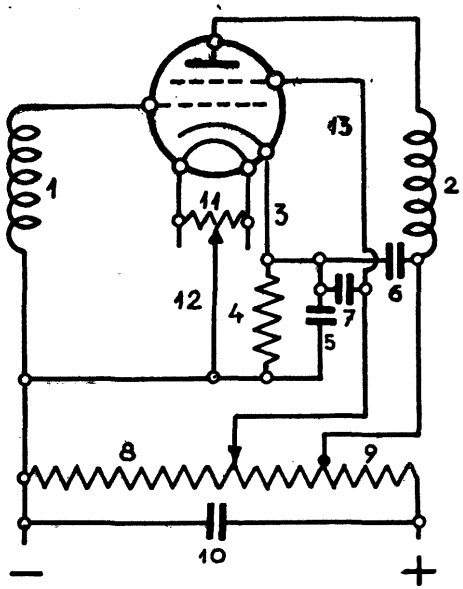


Fig. 142. - Analisi di stadio con triodo o tetrodo a riscaldamento indiretto.

circuiti, sia per i triodi che per i tetrodi a riscaldamento diretto (alimentati con batterie). La figura 143 servirà quale esempio per l'analisi di circuiti relativi a queste stesse valvole, ma con riscaldamento indiretto (tipi normali alimentati dalla rete luce). La figura 144 sarà usata per l'esempio di analisi di tutti gli stadii comprendenti un pentodo a riscaldamento diretto; mentre la figura 145 servirà per quelli comprendenti un pentodo a riscaldamento indiretto.

I diversi circuiti sono numerati nello stesso modo in tutti i quattro schemi. Così il circuito di griglia è indicato con 1 in tutti gli schemi; il circuito di placca con 2, il circuito di

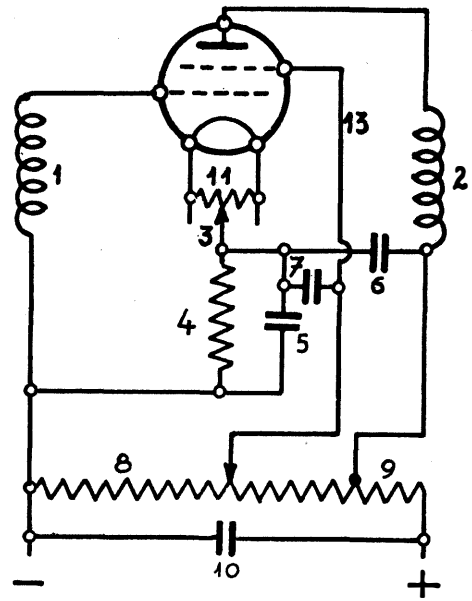


Fig. 143. - Analisi di stadio comprendente un triodo o un tetrodo, a riscaldamento diretto.

griglia schermo con 13; quello di griglia di soppressione con 14, e così via.

La Tabella Iª indica gli effetti notati in tutti i diversi circuiti dei quattro schemi indicati quando è presente un cortocircuito o una interruzione di circuito. Da questa Tabella si possono rapidamente notare le variazioni che vengono determinate nei diversi circuiti, per la presenza di una alterazione grave presente nello stadio.

I simboli usati nella Tabella hanno il segunte significato:

E_{g1} = tensione di griglia controllo
E_{g2} = tensione di griglia schermo
E_{g3} = tensione di griglia di soppressione
E_c = tensione di catodo

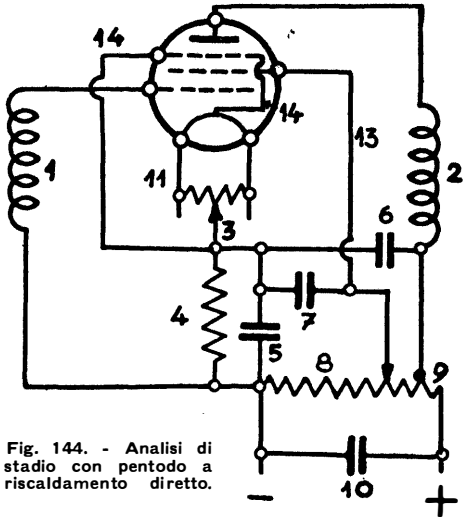


Fig. 144. - Analisi di stadio con pentodo a riscaldamento diretto.

E_p = tensione di placca
I_p = corrente di placca
I_c = corrente di catodo
I_{g2} = corrente di griglia schermo
C = cortocircuito
Ap = interruzione (aperto)
D = dispersione
O = tensione o corrente zero
Ba = tensione o corrente sotto il normale (bassa)
Al = tensione o corrente sopra il normale (alta)
Nor. = normale

F = fluttuante
Ron. = ronzio.

Esempio: se si trova che la tensione di catodo (E_c) è zero, che la tensione di placca (E_p) è sotto il normale e che la corrente di placca (I_p) è sopra il normale, mentre la tensione di griglia controllo (E_{g1}) è pure zero, riferendosi alla Tabella si constata che un cortocircuito corrisponde al nu-

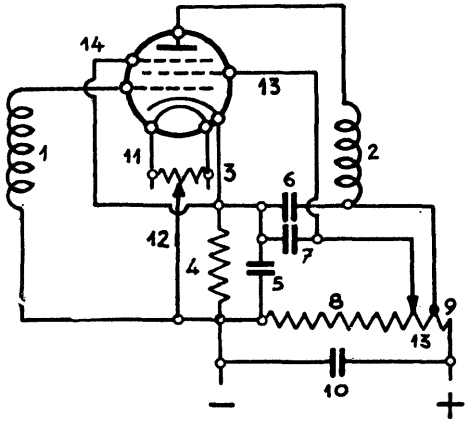


Fig. 145. - Analisi di stadio con pentodo a riscaldamento indiretto.

mero 5, il quale, osservando le figure, è il condensatore in parallelo alla resistenza di polarizzazione. Se tra il catodo e la placca vi è tensione zero, se al catodo la tensione è più alta del normale, si nota rapidamente che vi è un'interruzione al 4, ossia la resistenza di polarizzazione.

Si può notare che le figure 142 e 143 si prestano bene anche per i triodi, eliminando i numeri 7 e 13 che servono ai tetrodi.

Nel caso della figura 144 la connessione tra la griglia di soppressione e il catodo può essere interna, nella valvola, od esterna; in entrambi i casi le indicazioni tabellari sono le stesse.

Tab. I. - ANALISI DI RADIORICEVITORI

Circuito N.	Condizione	E_{g1}	E_{g2}	I_{g2}	I_p	E_p	E_c	E_{g3}
1	Ap	O	Ba	Al	Al	Ba	Al	
2	Ap	O(*)	Nor.	Al	O	O	O	
3	Ap	Al(+)	O	O	O	O	Al	
4	Ap	Al	O	O	O	O	Al	
5	C	O	Ba	Al	Al	Ba	O	
5	D	F O Ba	Nor.	Nor.	F O Al	F O Ba	F O Ba	
5	Ap	Nor.	Nor.	Nor.	Nor.	Nor.	Nor.	
6	C	Al(×)	O	O	O	O	Al	
6	D	F o Al	F o Ba	F o Ba	F o Ba	F o Ba	F o Al	
6	Ap	Nor.	Nor.	Nor.	Nor.	Nor.	Nor.	
7	C	Al(×)	O	O	O	Ba	Al	
7	D	F O Al	F o Ba	F o Ba	F o Ba	F o Ba	F o Al	
7	Ap	Nor.	Nor.	Nor.	Nor.	Nor.	Nor.	
8	Ap	Al	Al	Al	Al	Al	Al	
9	Ap	O	O	O	O	O	O	
10	C	O	O	O	O	O	O	
11	Ap	Nor.	Nor.	Nor.	Nor.	Nor.	Nor.	Ron.
12	Ap	Nor.	Nor.	Nor.	Nor.	Nor.	O	Ron.
13	Ap	O	O	O	O	Al	O	
14	Ap	Nor.	Nor.	Al	Ba	Nor.	Nor.	Al

(*) E_{g1} = È zero se si tratta di un triodo e se la resistenza di polarizzazione non è in comune con altre valvole, mentre è sotto il normale quando tale resistenza è in comune, oppure se si tratta di un tetrodo, o pentodo.

(+) E_{g1} ed E_c = Sopra il normale se la resistenza di polarizzazione non è in comune con altre valvole; sotto il normale se invece è in comune.

(×) E_{g1} ed E_c = Sono a tensione zero quando il condensatore 6 non è collegato al catodo, ma al lato negativo della resistenza di polarizzazione, ossia allo chassis.

61. Disposizione degli elettrodi nelle valvole di tipo americano (Fig. da 146 a 149).

La tabella che segue contiene un'elenco delle principali valvole di tipo americano attualmente in uso con vicino il numero corrispondente alla figura relativa (fig. da 146 a 149) alla disposizione dei piedini.

(Per le valvole di tipo americano e di tipo europeo costruite in Italia consultare il *Radio Libro*, sesta edizione, capitoli terzo e quarto).

Tab. II. PRINCIPALI VALVOLE AMERICANE

Valvola	Fig.	Valvola	Fig.	Valvola	Fig.	Valvola	Fig.	Valvola	Fig.
1A4	2	6B5	11	12A5	25	35	7	75	15
1A6	19	6B6	38	12A7	26	36	7	76	6
1B4	2	6B7	22	12Z3	5	37	6	77	12
1B5	34	6C5	37	12Z5	14	38	7	78	12
1C6	19	6C6	12	25A6	41	39	7	79	16
1C7G	50	6C7	36	25Y5	18	40	1	80	3
1D5G	51	6D6	12	25Z5	18	41	13	81	4
1D7G	50	6D7	35	25Z6	45	42	13	82	3
1E5G	51	6E6	23	1	5	43	13	83	3
1F4	58	6E7	35	1V	5	44	7	84	10
1F5G	52	6F5	27	00A	1	45	1	85	15
1F6	42	6F6	32	01A	1	46	9	89	12
1H4G	53	6F7	24	10	1	47	8	95	13
1H6G	54	6G7S	47	12A	1	48	13	98	10
1J6G	55	6H6	31	14	7	49	9	99	1
2A3	1	6H7S	46	15	7	50	1	182-B	1
2A5	13	6J7	29	17	6	51	7	183	1
2A6	15	6K7	29	18	13	52	8	483	6
2A7	21	6L6	43	19	17	53	23	485	6
2B7	22	6L7	28	20	1	55	15	864	1
5W4	49	6N6	48	22	2	56	6	950	8
5Y3	49	6N7	44	24A	7	57	12	951	2
5Z3	3	6P7	39	26	1	58	12	G2S	10
5Z4	33	6Q7	38	27	6	59	20	G4S	10
6A3	1	6R7	38	30	1	64	7	KR1	5
6A4	8	6X5	40	31	1	65	7	KR2	5
6A6	23	6Y5	57	32	6	67	6	KR98	10
6A7	21	6Z4	10	33	8	68	7	LA	8
6A8	30	6Z5	14	34	6	71-A	1		

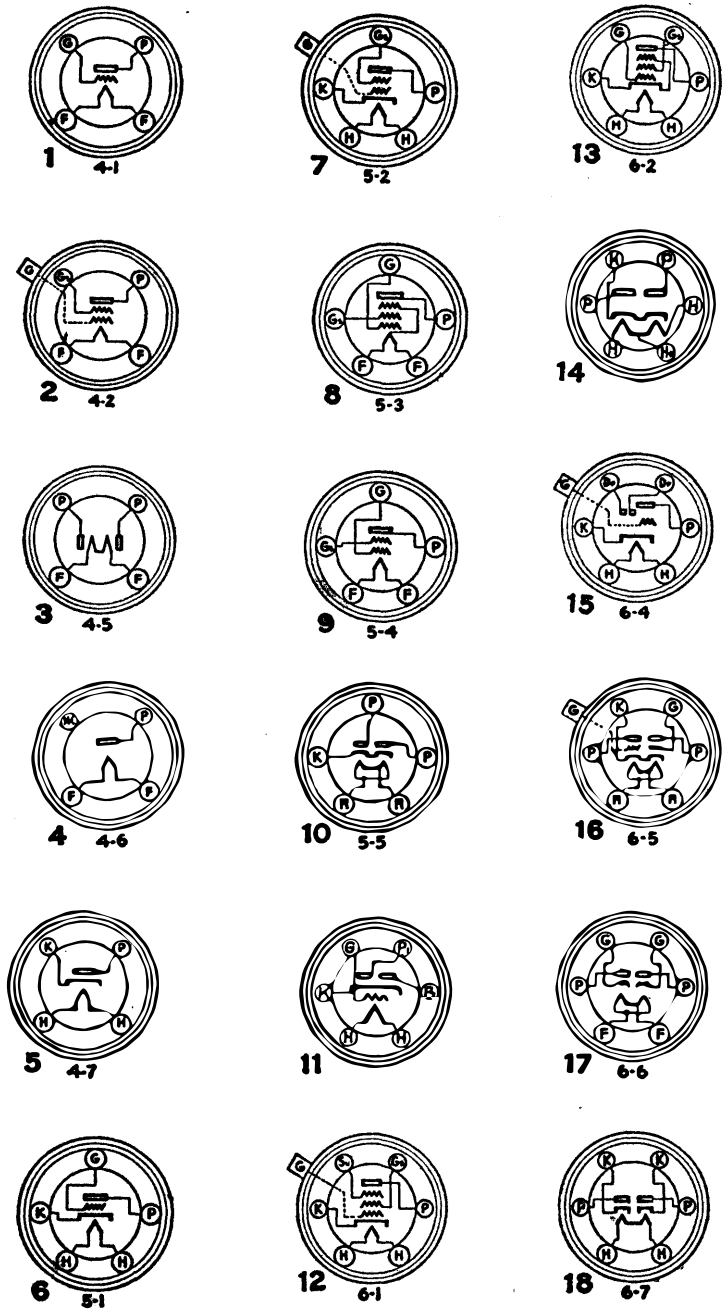


Fig. 146. - Disposizione negli elettrodi nelle valvole di tipo americano.

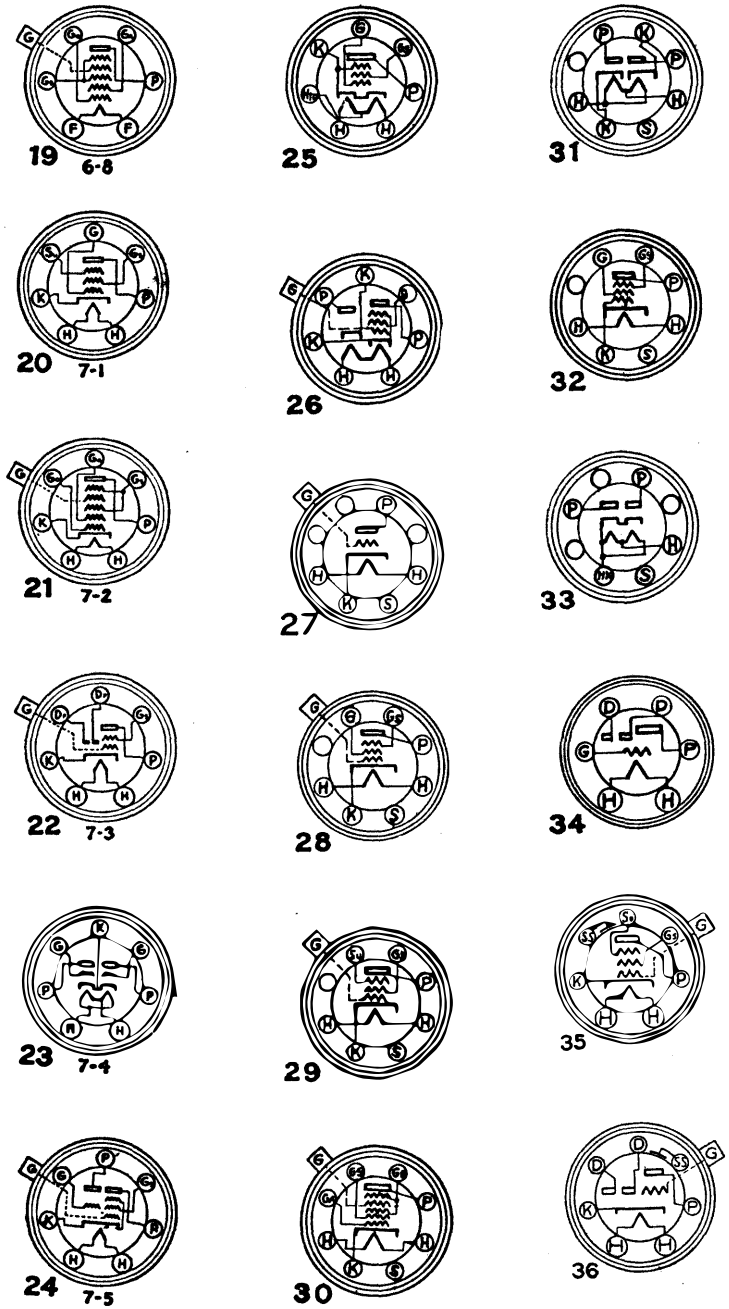


Fig. 147 - Disposizione degli elettrodi nelle valvole di tipo americano.

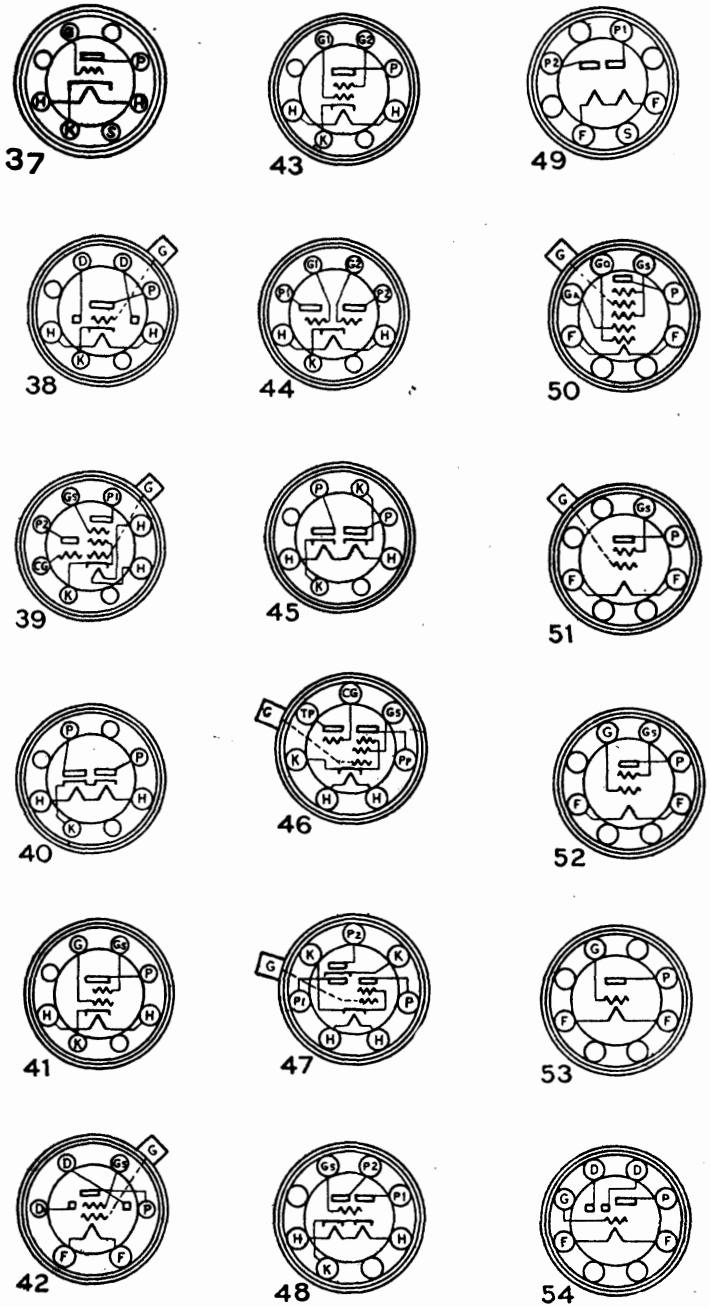


Fig. 148. - Disposizione degli elettrodi nelle valvole di tipo americano.

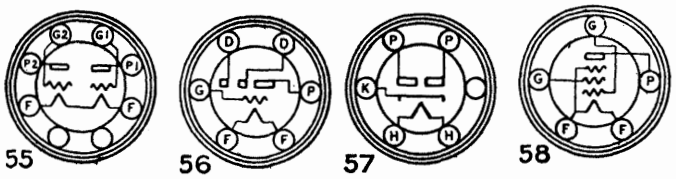


Fig. 149. - Disposizione degli elettrodi nelle valvole di tipo americano.

62. Inversori di polarità e inseritori di portata.

Negli esempi precedenti per la misura delle tensioni agli elettrodi delle valvole non si è considerato il fatto che occorre provvedere alla inversione di polarità del voltmetro.

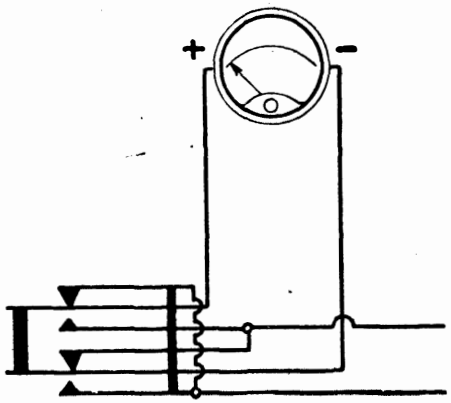


Fig. 150. - Esempio di inversione di polarità a pulsante. (Osservare la fig. 154).

Passando dalla misura della tensione di placca alla misura della tensione di griglia occorre invertire la polarità del voltmetro. Se lo strumento è staccato dall'analizzatore ciò è facile, diversamente occorre usare un *inversore di polarità* (fig. 150).

La figura 150 indica un inversore a pulsante. Quando il bottone non viene schiacciato, ossia si trova nella posizione indicata dalla figura, ai conduttori che vanno all'analizzatore

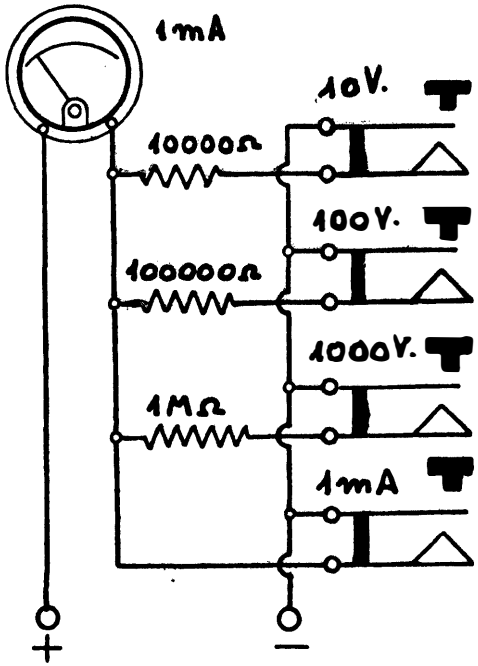


Fig. 151. - Schema di voltmetro con inseritori a pulsante.

corrisponde una data polarità. Quando il bottone viene schiacciato la polarità si inverte. I conduttori che vanno all'analizzatore fanno capo alle due lamelle centrali più lunghe, separate da un isolatore. In posizione di riposo, alla lamella superiore corrisponde il lato positivo, ed all'altro quello

negativo. Schiacciando il bottone, alla prima corrisponde la polarità negativa ed alla seconda quella positiva.

Il passaggio da una portata voltmetrica all'altra viene molto spesso ottenuto con inseritori a pulsanti, i quali, nel

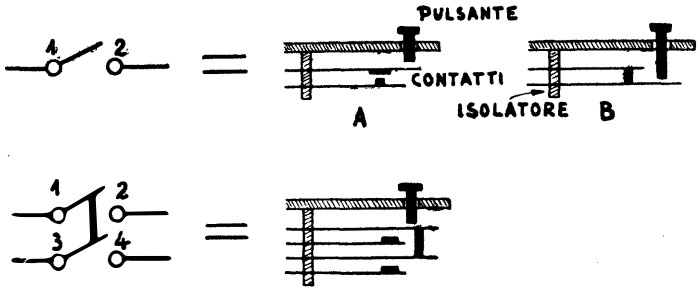


Fig. 152. - A sinistra: simboli di interruttori; a destra: loro realizzazione pratica con pulsante.

loro insieme, costituiscono il commutatore di portata. La figura 151 indica un esempio pratico. Lo strumento di misura è provvisto di tre resistenze addizionali, per la misura delle

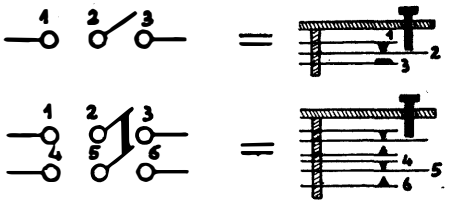


Fig. 153. - A sinistra: simboli di inversori semplici e doppi; a destra: realizzazione pratica a pulsante.

tensioni. Dal valore della resistenza inclusa dipende la portata, e l'inserimento di tale resistenza avviene schiacciando il relativo pulsante. Per la misura delle correnti, serve il quarto inseritore a pulsante. In tal modo le resistenze in serie sono escluse.

È evidente che con altri inseritori a pulsante, possono venir incluse le necessarie resistenze in parallelo allo strumento in modo da consentirgli di disporre di più portate milliamperometriche.

La figura 152 indica in alto un interruttore semplice a pulsante, ed in basso un interruttore doppio. La figura 153 indica un inversore semplice a pulsante, ed in basso uno doppio.

63. Commutatori bipolari.

Per la misura di correnti è necessario interrompere il circuito ed inserirvi lo strumento di misura. Così, per la mi-

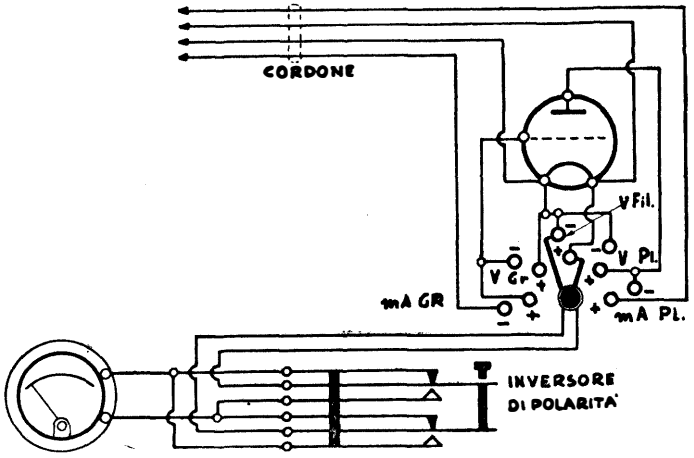


Fig. 154. - Esempio di commutatore bipolare, per analizzatore, con inversore di polarità. L'inversore è necessario passando dalla misura della tensione di placca a quella di griglia o viceversa.

sura della tensione di placca basta includere lo strumento fra il piedino corrispondente alla placca e quello corrispondente al catodo, senza interrompere alcun circuito. Ma per la misura dell'intensità di corrente di placca occorre inter-

rompere il circuito di placca, ed inserirvi lo strumento. Ciò si ottiene facilmente con *icommutatori bipolari*.

La figura 154 ne indica un esempio. Il commutatore bipolare serve sia ad includere lo strumento direttamente in modo da ottenere la lettura delle tensioni, sia ad inserirlo in modo da ottenere la lettura delle correnti. È stato scelto, per l'esempio, un triodo, a riscaldamento diretto, essendo questo il caso più semplice, e quindi più evidente.

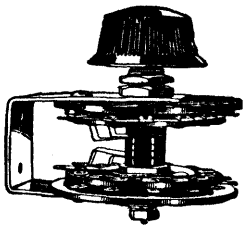


Fig. 155. - Commutatore rotante.

Il Commutatore ha cinque posizioni. La prima a sinistra serve per la misura della corrente di griglia, la seconda per la tensione di griglia, la terza per la tensione di filamento, la quarta per la tensione di placca e la quinta per la corrente di placca.

Per la misura della tensione di placca, lo strumento viene incluso tra la placca ed il filamento. Per la misura della corrente di placca, lo strumento è inserito nel circuito di placca.

Sotto il commutatore è indicato l'inversore di polarità.

64. Analizzatore Allocchio, Bacchini & C° modello 1871.

Consiste di due parti. La prima parte comprende uno strumento per la misura di tensioni c. c. o c. a., per intensità di correnti continue e per la misura di resistenze. Si tratta cioè di uno strumento volt-ohm-milliamperometro a varie portate, provvisto di raddrizzatore metallico per le misure voltmetriche in c. a. La seconda parte è costituita da una speciale basetta provvista di cordone (fig. 155) con raccordo terminale da inserirsi nel ricevitore al posto della valvola che va collocata sulla basetta, la quale, a sua volta, va innestata nello strumento. L'aspetto esterno complessivo dello strumento è quello di figura 156.

In tal modo è evitato l'inconveniente di limitare l'impiego dell'analizzatore quando venga posto in commercio qualche nuovo tipo di valvola, e ciò perchè vi sono tanti zoccoli quante sono le disposizioni ed il numero dei piedini

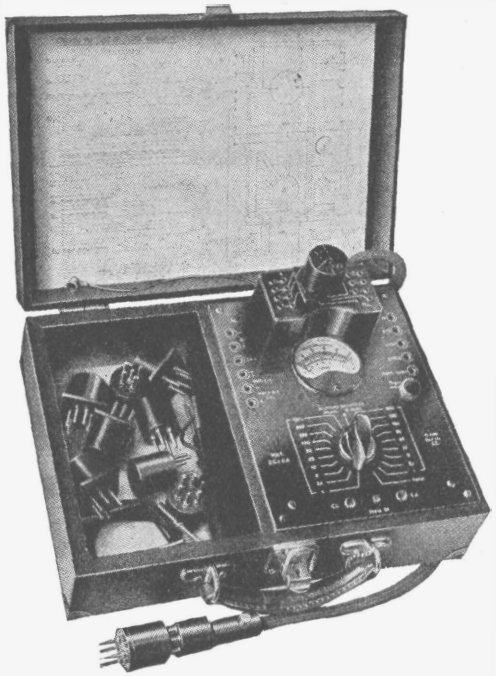


Fig. 156. - Analizzatore Allocchio, Bacchini e Co mod. 1871.

delle varie valvole. È provvisto della serie di zoccoli corrispondenti alle valvole europee.

Sopra la basetta, ad ogni piedino della valvola corrispondono due boccole in serie per rendere possibile le misure d'intensità di corrente. Le boccole sono normalmente in

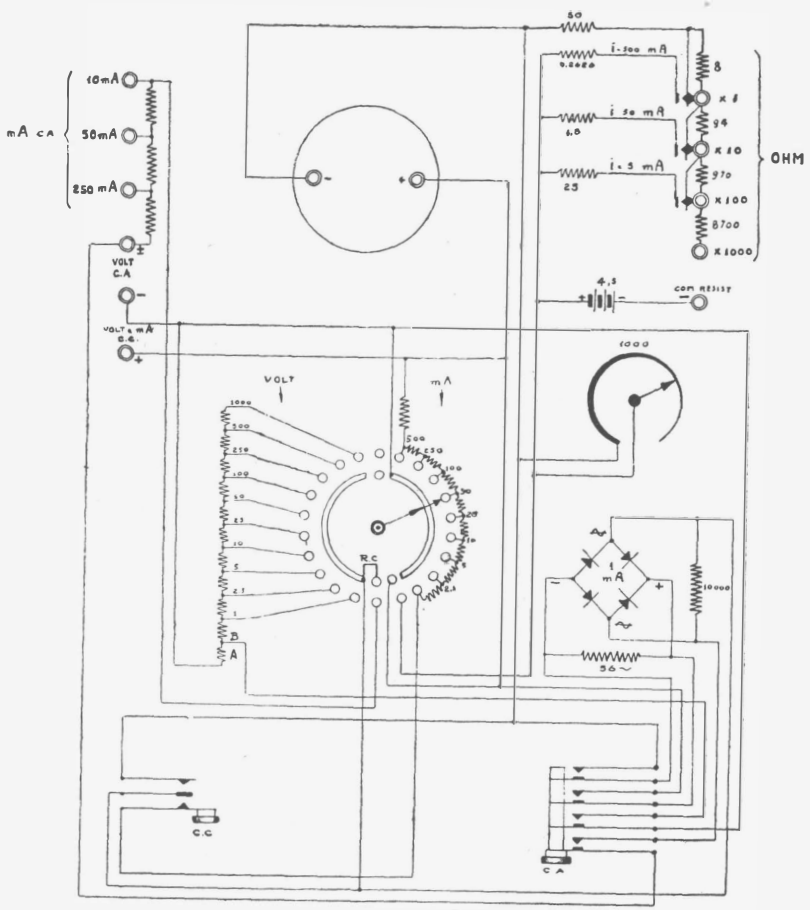


Fig. 157. - Schema dell'analizzatore di fig. 156.

cortocircuito. Non appena vengono innestate in esse le spine, il cortocircuito si elimina, per ristabilirsi non appena tolte le spine.

Le portate di cui dispone lo strumento sono 1, 2,5, 5, 10, 25, 50, 100, 250, 500, 1000 volt c. c. e c. a. con resistenza interna di 1000 ohm per volt. Nonchè 1, 2,5, 10, 25, 50, 100, 250, 500 mA c. c. Per le misure di resistenze sono disponibili quattro portate: sino a 1000 ohm, sino a 10 000 ohm, sino a 100 000 ohm e sino ad 1 megaohm, con la portata più bassa in grado di indicare 1 ohm per ciascuna divisione della scala.

Lo strumento può venir usato anche come misuratore di uscita, ed in tal caso sono disponibili tutte le portate voltmetriche c. a.

Lo schema dell'analizzatore è indicato dalla figura 157.

65. Analizzatore Weston mod. 698.

Consiste in uno strumento per la misura di tensioni in c. c. e c. a., con quattro portate (7,5, 15, 150, 750 volt), di intensità di corrente continua con due portate (7,5 e 75 mA) nonchè per la misura di resistenze, con due portate (sino a 5000 ohm, con 35 ohm al centro scala, e sino a 500 000 ohm con 3500 ohm al centro scala). L'ohmmetro può venir provvisto di una terza portata, sino a 5 megaohm, con l'aggiunta di una resistenza di 31 500 ohm ed una batteria di 45 volt.

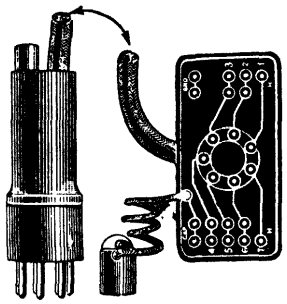


Fig. 158. - Basetta di raccordo per analizzatori.

Le valvole vanno collocate sopra ua basetta che poi va innestata nel fianco superiore dell'analizzatore. Tale basetta come indica la figura 158, è

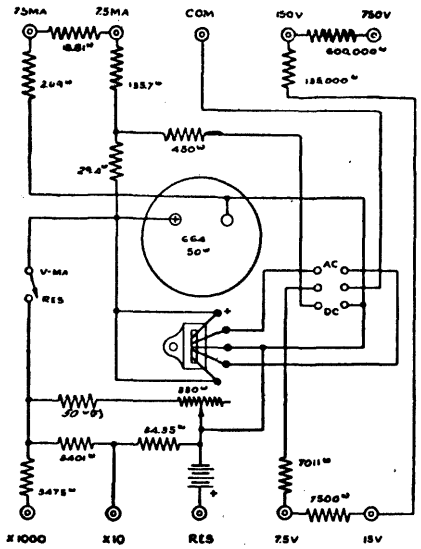


Fig. 159. - Schema dell'analizzatore Weston mod. 693.

provvista di cordone e spinotto per la inserzione nel portavalvole, al posto della valvola che va collocata sulla basetta.

Lo schema dell'analizzatore è quello di figura 159.

CAPITOLO DECIMO

IL CONTROLLO DELLE VALVOLE

66. Il controllo delle valvole radio e gli strumenti provavalvole.

Una gran parte delle cause di difettoso funzionamento dei ricevitori va ricercata nelle valvole. In tutti i ricevitori vi è almeno una valvola che compie più di una funzione; generalmente le valvole a funzioni multiple sono due, quella che provvede al cambiamento di frequenza e quella che provvede alla rivelazione, preamplificazione a frequenza fonica ed a fornire la tensione necessaria al funzionamento del regolatore automatico di sensibilità.

È evidente che se una delle valvole usate nei ricevitori risulta difettosa il loro funzionamento non può più essere normale. Per alterare, anche profondamente, il funzionamento dei ricevitori attuali basta che una valvola, od una sua parte, risulti esaurita, ossia che la corrispondente corrente elettronica sia diminuita. Così nel caso di una valvola rivelatrice moderna non è necessario che vi sia un effettivo difetto, o che la intera valvola risulti esaurita per l'eccessiva diminuzione dell'emissione da parte del catodo, ma basta che sia diminuita l'emissione del diodo usato per il regolatore automatico di sensibilità perchè questo controllo non funzioni più, con tutti gli inconvenienti che ne derivano.

Per poter controllare sia l'emissione totale che quella parziale di ciascun elettrodo nonchè per stabilire le esatte condizioni di lavoro delle valvole, sono stati realizzati nu-

merosi strumenti detti *provavalvole*. Si distinguono in due grandi categorie, quelli che provvedono al controllo della *emissione totale*, e quelli che controllano invece l'effettiva amplificazione della valvola in esame ossia la sua *conduttanza mutua*.

67. Provavalvole ad emissione.

Il sistema più semplice per controllare l'efficienza delle valvole è costituito dalla prova dell'emissione di elettroni da parte del catodo.

L'esaurimento delle valvole è dovuto alla diminuita emis-

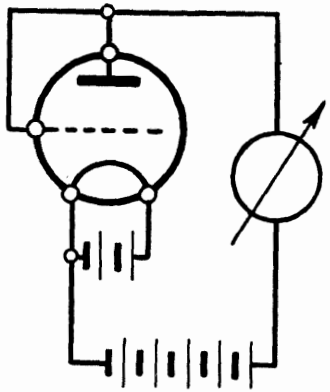


Fig. 160. - Principio di funzionamento dei provavalvole ad emissione. Tutti gli elettrodi, ad eccezione del catodo, vengono collegati alla placca.

sione di elettroni, per cui la misura di tale emissione, od anche il suo semplice controllo, è sufficiente per stabilire approssimativamente il grado di esaurimento.

Molti strumenti provavalvole commerciali sono dei tipo *ad emissione*, ossia si limitano a controllare l'emissione di elettroni da parte del catodo delle varie valvole. Il principio è indicato dalla figura 160. Per semplicità è stato fatto

l'esempio di un triodo ad accensione diretta, La sua griglia è collegata alla placca. L'emissione è indicata dalla corrente di placca, ossia dallo spostamento dell'indice del milliamperometro.

LA RESISTENZA EQUIVALENTE.

La valvola si comporta come una resistenza, attraverso la quale la corrente scorre in un solo senso. Minore è l'emis-

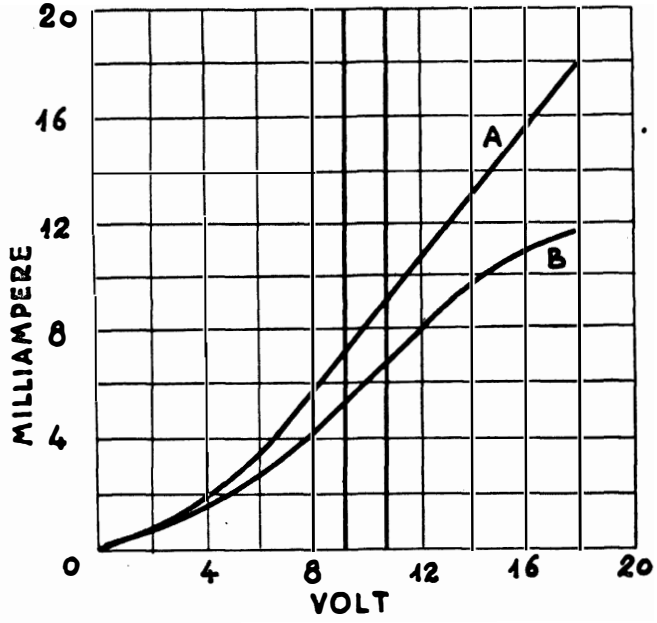


Fig. 161. - A, curva caratteristica di valvola efficiente; B, curva caratteristica della stessa valvola parzialmente esaurita.

sione da parte del catodo, maggiore è la *resistenza equivalente* della valvola. Una valvola esaurita si comporta come una resistenza di cui sia aumentato il valore.

La figura 161 indica in *A* la curva caratteristica di una valvola (triodo 01 A) in buone condizioni di funzionamento, e in *B* la curva della stessa valvola già parecchio esaurita. Si può notare da queste curve che applicando la tensione di placca di 18 volt alla valvola in buone condizioni, si ottiene una corrente di placca di 18 mA (0,018 A), riferendosi alla curva *A*. La stessa tensione di placca applicata alla valvola esaurita, e riferita alla curva *B*, non determina che una corrente di placca di 11,8 mA (0,0118 A).

PERCENTUALE DI ESAURIMENTO.

La resistenza equivalente si ottiene nei due casi approfittando della Legge di Ohm, ($R = V : I$). Nel primo caso si ottiene: 18 : 0,018 = 1000 ohm circa; nel secondo caso si ottiene invece: 10 : 0,00118 = 1525 ohm circa. Risulta evidente l'aumento della resistenza equivalente della valvola esaurita. Si può calcolare la percentuale di esaurimento della valvola, con i valori ohmici suindicati.

Collegando tutte le griglie alla placca ed il catodo al filamento, ossia riducendo qualsiasi valvola, per quanti elettrodi possa avere, nelle condizioni di un diodo, si ottiene che la normale tensione di placca risulta eccessiva, perchè determina una corrente di placca esagerata, data la mancanza delle tensioni negative di griglia. Nei provavalvole ad emissione non si applica la normale tensione di placca, ma una tensione *molto minore*, che in media è di circa 30 volt. Tale tensione si applica a tutte indistintamente le valvole.

68. Provavalvole ad emissione ed a lettura diretta.

Il provavalvole ad emissione più semplice consiste di un milliamperometro (10 mA) e di una tabella di confronto. Va tarato con delle valvole in buono stato, e per ciascuna va segnata l'emissione corrispondente.

All'atto della prova di una valvola, basta confrontare la

sua emissione con quella normale indicata dalla tabella di confronto. Gli strumenti provavalvole commerciali vengono

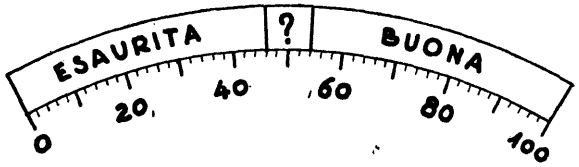


Fig. 162. - Esempio di scala di provavalvole a lettura diretta.

forniti con la tabella già tarata, per tutte le possibili valvole.

Nei provavalvole a lettura diretta, la scala dello stru-

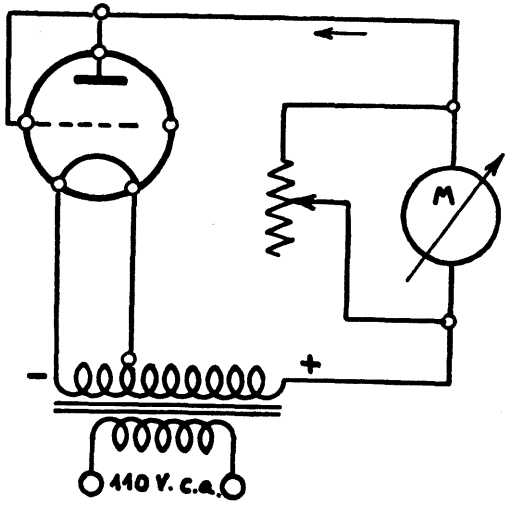


Fig. 163. - Principio dei provavalvole a lettura diretta. La resistenza variabile va regolata a seconda del tipo di valvola in esame.

mento è divisa in tre parti (fig. 162). La prima porta scritto *Esaurita*, la seconda, centrale, porta soltanto un punto interrogativo, la terza porta la scritta *Buona*. Qualunque sia il

tipo di valvola in prova, le sue condizioni sono indicate direttamente, senza bisogno di consultare la tabella di confronto. Dato che le valvole di diverso tipo hanno emissioni molto diverse, prima di effettuare la prova, lo *strumento va regolato sul tipo di valvola da provare*, e ciò con la resistenza variabile posta in parallelo allo strumento di misura, di cui la figura 163.

La resistenza variabile è provvista di manopolina con indice che si muove su una scala graduata generalmente da 0 a 100. Per ciascun tipo di valvola è indicata una graduazione. Regolando la resistenza, si varia la portata dello strumento, e quindi si ottiene lo stesso spostamento dell'indice per tutti i tipi di valvole.

CORTOCIRCUITI NELLA VALVOLA IN ESAME.

Se uno degli elettrodi collegato alla placca è accidentalmente in contatto con il catodo, la resistenza della valvola è ridotta a zero, data la presenza del cortocircuito, quindi la corrente che scorre attraverso lo strumento è elevatissima, limitata soltanto dalla resistenza in parallelo.

Tale corrente essendo eccessiva causa la rovina dello strumento. È quindi necessario stabilire preventivamente che non vi sia alcun cortocircuito tra il catodo e gli altri elettrodi interni. Se è stabilito che non esiste alcun corto fra il catodo e gli altri elettrodi, la valvola può venir provata. Però può avvenire che esista un cortocircuito tra le griglie e la placca. In tal caso la valvola non funziona, mentre lo strumento provavalvole la indica buona, se tale è la sua emissione. Anche in questo caso occorre provvedere al controllo degli eventuali cortocircuiti interni.

Dato che l'intensità massima della corrente è sempre la stessa, appunto per la presenza della resistenza variabile, si può inserire un fusibile per una portata massima leggermente superiore a quella dello strumento. In tal modo si evita che l'eventuale cortocircuito danneggi lo strumento.

LA RESISTENZA LIMITATRICE.

In pratica il fusibile è poco usato, ed è sostituito con una apposita *resistenza limitatrice*. Gli strumenti possono sopportare senza danno correnti dieci volte superiori alla massima indicata dalla scala. Nel caso di un milliamperometro di 10 mA, la tensione massima normale che si può appli-

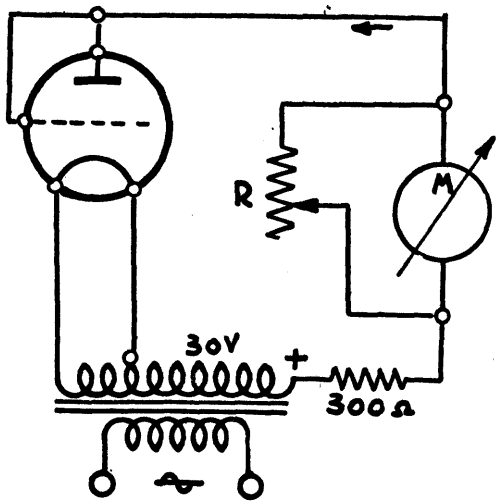


Fig. 164. - La resistenza limitatrice di 300 ohm evita che lo strumento possa venir danneggiato da eventuale cortocircuito presente nella valvola in prova.

care ad esso è di 0,1 V e ciò senza tener conto della resistenza in parallelo. Ad un tale istrumento si può dunque applicare una tensione istantanea di 1 V. Basta dunque collocare in serie allo strumento una resistenza che determini una caduta di potenziale di 29 V, essendo 30 V la tensione normale applicata alla placca delle valvole, in modo che

ai capi dello strumento rimanga 1 V o meno. La figura 164 indica lo schema di principio di un provavalvole ad emissione provvisto di resistenza limitatrice di 300 ohm.

ERRORI DI LETTURA DOVUTI ALLA RESISTENZA LIMITATRICE.

La presenza della resistenza limitatrice della figura 164 presenta un grave inconveniente. La valvola in prova si comporta come una resistenza, ed ai suoi capi si determina una caduta di tensione. L'esattezza della indicazione del provavalvole sarà tanto maggiore quanto più grande sarà la resistenza equivalente della valvola, rispetto la resistenza limitatrice. Occorre cioè che il valore della resistenza limitatrice sia trascurabile rispetto quello della resistenza equivalente della valvola in esame. Diversamente il provavalvole indica uno stato dell'emissione che è migliore di quanto non lo sia in realtà.

Se una data valvola in buone condizioni presenta una resistenza equivalente di 600 ohm, la resistenza complessiva del circuito risulta di 600 + 300 = 900 ohm. Quando, per effetto dell'esaurimento, la resistenza interna della stessa valvola è raddoppiata, passando a 1200 ohm, la resistenza complessiva del circuito è divenuta di 1200 + 300 = 1500 ohm. L'indicazione da parte dello strumento risulta in tal modo falsata, perchè la corrente presente nello strumento non è stata ridotta a metà, come sarebbe avvenuto se non ci fosse stata la resistenza limitatrice. Secondo lo strumento, e per effetto della resistenza limitatrice, la resistenza interna della valvola in prova non è raddoppiata, ed essa risulta migliore di quanto non lo sia.

È evidente che l'errore è tanto maggiore quanto minore è la resistenza equivalente della valvola rispetto la resistenza limitatrice. All'inconveniente dovuto alla presenza della resistenza limitatrice si può rimediare con un interruttore che la circuiti una volta constatato che la valvola in prova non è in cortocircuito.

PROVAVALVOLE A RAPPORTO BILANCIATO.

La figura 165 indica un altro esempio di provavalvole a lettura diretta. La resistenza dello strumento è di 113 ohm, il valore della resistenza limitatrice è di 4,200 ohm. La resistenza variabile per ottenere la lettura diretta è di 1000 ohm ed è posta in parallelo allo strumento ed alla resistenza limitatrice. Per effetto della taratura della resistenza variabile, per la quale la corrente che scorre nello strumento è sempre la stessa indipendentemente dal tipo di valvola, avviene che la tensione applicata alla valvola è sempre di 30 V, essendo quella fornita dal trasformatore di 33,3 V, per cui ai capi del circuito comprendente lo strumento vi è sempre una differenza di potenziale di 3,3 V. Questo vantaggio si ottiene appunto per effetto della taratura rispetto a tutte le possibili valvole da provare. Per ciascun tipo di

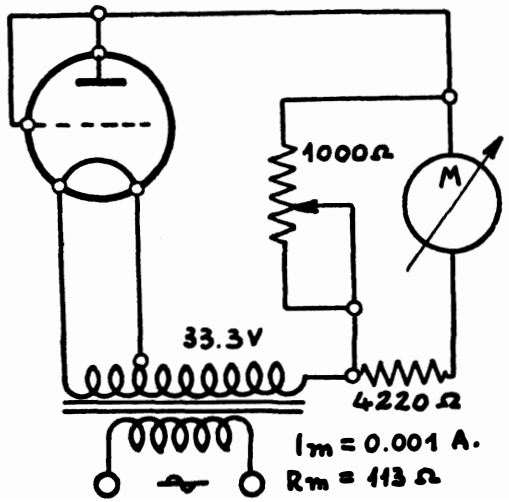


Fig. 165. - Principio dei provavalvole ad emissione a rapporto bilanciato.

valvola, la resistenza variabile va regolata, quindi la resistenza complessiva varia, secondo come varia la corrente, in modo che la tensione ai capi del circuito comprendente lo strumento rimane costante. Si ottiene in tal modo un rapporto costante tra la resistenza equivalente della valvola e quella della restante parte del circuito. Tale rapporto è di 30 : 3,3 ossia di 9 : 1, per qualsiasi valvola: non vi è quindi un errore di lettura che varia con il tipo di valvola, e tale errore è mantenuto entro limiti tollerabili. Gli strumenti provavalvole di questo tipo vengono detti *a rapporto bilanciato.*

69. Controllo dei cortocircuiti.

Qualsiasi strumento provavalvole deve consentire il controllo degli eventuali cortocircuiti presenti tra gli elettrodi

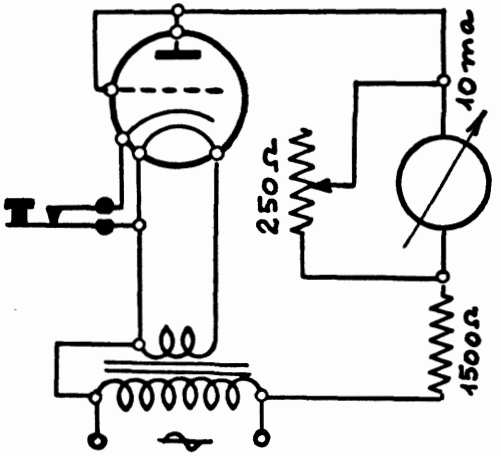


Fig. 166. - Controllo di cortocircuito tra filamento e catodo.

delle valvole. La figura 166 indica un esempio per il controllo di cortocircuito tra il catodo ed il filamento. Nelle

valvole tale cortocircuito si manifesta con notevole frequenza, sicchè questo controllo è indispensabile.

Quando il pulsante non viene toccato, il catodo della valvola è collegato esternamente al filamento, e la prova dell'emissione può venir normalmente effettuata. Abbassando il pulsante, il catodo viene staccato dal filamento, ed il circuito che comprende lo strumento di misura risulta aperto. Ne consegue che l'indice deve ritornare a zero. Se ciò non avviene, e l'indice rimane immobile, è evidente la presenza di cortocircuito tra il catodo ed il filamento. Se non ritorna del tutto a zero, vi è un contatto non completo tra questi due elettrodi, e la valvola è egualmente difettosa.

Nell'esempio fatto il secondario del trasformatore di tensione è collegato solo al filamento. La placca è collegata al primario, il quale è perciò collegato, dal lato opposto, con il filamento.

ESEMPIO DI CONTROLLO DI CORTOCIRCUITI.

La fig. 167 illustra lo schema di principio di uno strumento provavalvole ad emissione che consente il controllo

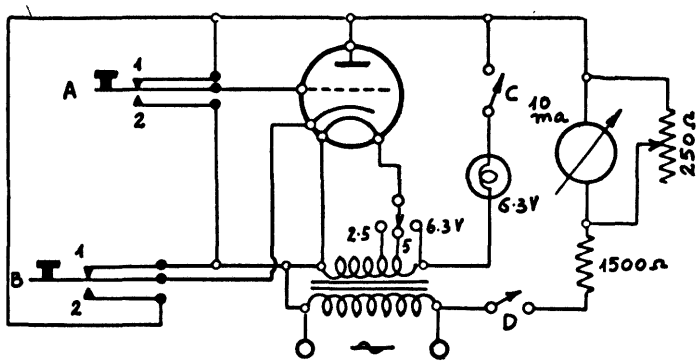


Fig. 167. - Principio di funzionamento dei provavalvole ad emissione con controllo di cortocircuiti tra gli elettrodi delle valvole in prova.

dei cortocircuiti tra i varii elettrodi. Tale controllo si effettua chiudendo l'interruttore C e lasciando aperto l'interruttore D. Se esistesse un cortocircuito tra la griglia o la placca ed il catodo, il circuito risulterebbe chiuso e la lampadina spia brillerebbe. Se ciò avvenisse, basterebbe abbassare il pulsante A per determinare se è la griglia in cortocircuito con il catodo oppure la placca. Se, abbassando il pulsante A,

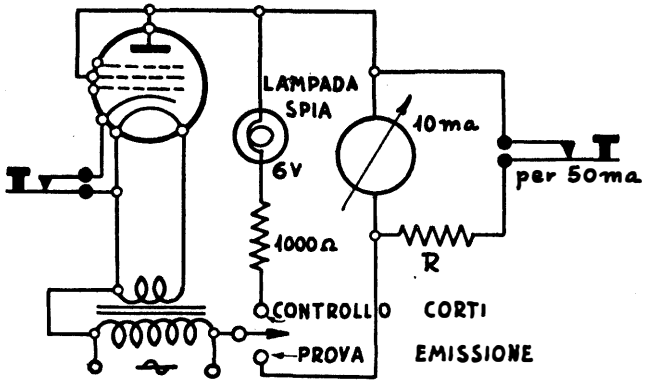


Fig. 168. - Controllo semplificato di cortocircuiti. Il valore della resistenza R dipende dalla resistenza interna del milliamperometro.

la lampadina continua a brillare, è la placca in cortocircuito con il catodo.

Per controllare l'eventuale presenza di un cortocircuito tra il catodo e il filamento basta abbassare l'interruttore B. Se ciò determina l'accensione della lampadina, il cortocircuito è presente. Dopo aver controllato che il cortocircuito non esiste, si apre l'interruttore C e si chiude l'interruttore D. La prova dell'emissione si effettua allora nel solito modo.

La figura 168 indica una variante dell'esempio precedente. Se un corto circuito esiste nell'interno di una valvola, può essere superfluo sapere fra quali elettrodi si sia determinato, essendo in ogni caso inutile provare l'emissione della

valvola, che va senz'altro scartata, Tutte le griglie possono venir collegate alla placca. L'inversore va messo nella posizione *controllo cortocircuiti*. Se la lampada si accende, il corto esiste e la valvola va scartata. Se non si accende, l'in-

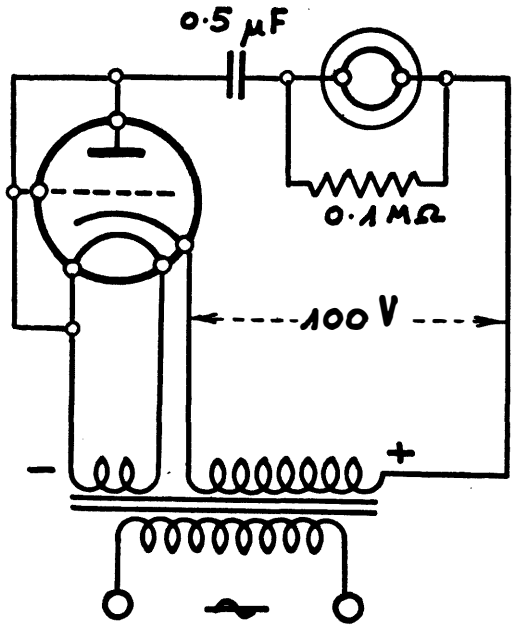


Fig. 169. - La lampada al neon può indicare la presenza di cortocircuiti tra gli elettrodi delle valvole.

versore può venir portato nella posizione prova emissione. La portata dello strumento, non premendo il pulsante corrispondente, è di 50 mA. Se tale portata è troppo grande per il tipo di valvola in prova, basta premere il pulsante. Risulta esclusa la resistenza *R*, e viene utilizzata la portata normale di 10 mA dello strumento. Per il controllo del cor-

tocircuito tra il catodo ed il filamento si abbassa il pulsante incluso tra il catodo ed il filamento. Se l'indice dello strumento ritorna a zero, il cortocircuito non è presente.

70. Controllo dei cortocircuiti con la lampadina al neon.

La lampadina al neon si presta bene per il controllo dei corto circuiti nelle valvole, ed è molto usata nei provaval-

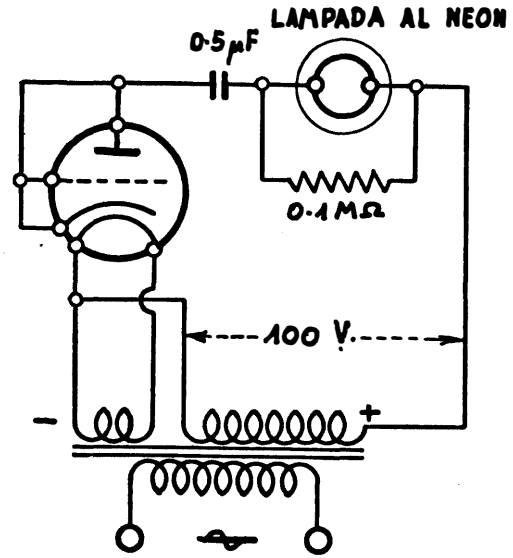


Fig. 170. - Il secondario ad alta tensione è collegato al filamento anzichè al catodo come in fig. 168.

vole. In una lampadina contenente del gas neon sono collocati due elettrodi. Quando la tensione tra i due elettrodi è sufficiente, scorre una corrente attraverso il gas, e la lampadina diviene luminescente. Tale tensione è detta *di accensione*.

Le figure 169 e 170 indicano due esempi molto semplici di applicazione della lampadina al neon nei provavalvole. Anzitutto occorre notare che è necessario un apposito secondario ad alta tensione. Nel caso della figura 169 esso è collegato da un lato al catodo della valvola in esame, e dall'altro alla lampadina al neon. L'altro capo della lampada è collegato a tutti gli altri elettrodi della valvola, attraverso un condensatore. Se un cortocircuito è presente tra il catodo ed il filamento, o altro elettrodo qualsiasi, la lampadina si accende.

Nel caso della figura 170 al catodo è stato sostituito il filamento. Il risultato è eguale a quello del precedente esempio.

71. Esempio di provavalvole ad emissione.

I provavalvole ad emissione sono molto diffusi, ciò per il fatto che essendo tutti gli elettrodi, ad eccezione del catodo e del filamento, collegati alla placca, non occorre stabilire la posizione degli elettrodi stessi, per cui si possono usare solo pochi portavalvole. Se invece a ciascun elettrodo deve venir applicata la necessaria tensione, occorre tener conto della diversa distribuzione degli elettrodi, che varia con il tipo di valvola e che richiede o un gran numero di portavalvole, oppure sistemi assai complessi di commutazione. Ne risulta che anche gli strumenti provavalvole più costosi sono spesso del tipo ad emissione.

I provavalvole di questo tipo possiedono sempre dei mezzi per il controllo dei cortocircuiti interni, essendo tale controllo indispensabile e da seguire prima della prova dell'emissione. Il provavalvole di fig. 173 possiede un dispositivo molto semplice per il controllo dei cortocircuiti, ed il cui principio è indicato dalla figura 171.

PROVA DEI CORTOCIRCUITI.

Il dispositivo di controllo è costituito da una lampadina spia, da tre inversori (fig. 171) e da un interruttore a pul-

sante per il controllo catodi (fig. 172). Per controllare se il cortocircuito esiste tra il catodo ed il filamento, si porta l'inversore C nella posizione 1. Se la lampadina si accende, il corto circuito è presente tra questi due eléttrodi.

Per controllare se vi è un cortocircuito tra il catodo e la

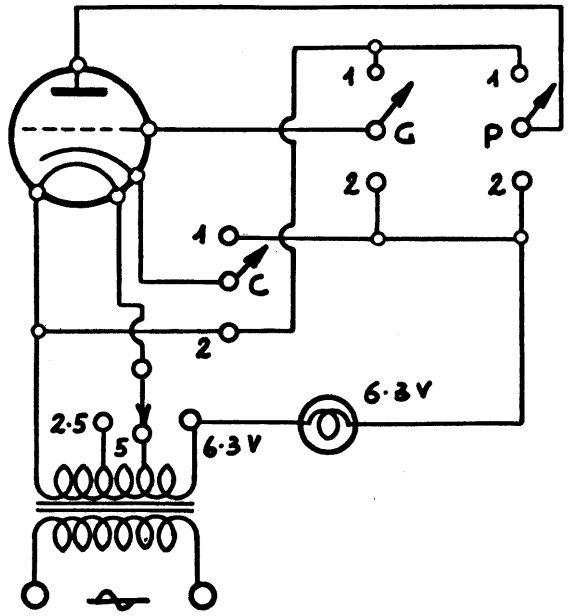


Fig. 171. - Principio di funzionamento del provavalvole di fig. 173.

griglia, basta lasciare l'inversore C nella posizione 2, e mettere nella posizione 2 anche l'inversore G. Se la lampadina si accende, un cortocircuito è presente. Portando anche l'inversore P nella posizione 2, si constata se vi è un cortocircuito tra la placca e gli altri elettrodi. Si può anche controllare se il cortocircuito è presente tra la griglia e la placca.

In tal caso, si mette l'inversore C nella posizione 1, l'inversore G nella posizione 2, e l'inversore P nella posizione 1.

La possibilità di controllare la presenza di cortocircuito tra la griglia e la placca è indispensabile nei provavalvole ad emissione, ciò perchè questi due elettrodi sono collegati insieme durante la prova di emissione, per cui se sono in corto, da tale prova non lo si può constatare. È indispensabile quindi il controllo dei cortocircuiti prima della prova del-

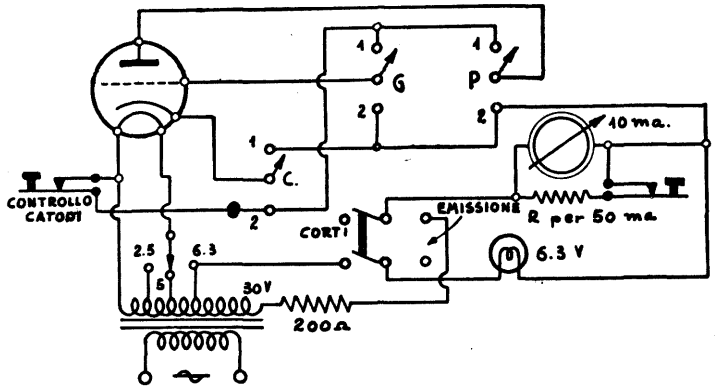


Fig. 172. - Schema semplificato del provavalvole di fig. 173.

l'emissione. È evidente che se invece di una sola griglia, ve ne fossero state 5, si poteva egualmente controllare la presenza dei cortocircuiti tra ciascuna di esse a la placca, o tra le griglie stesse. Sarebbe aumentato soltanto il numero degli inversori. Così pure se oltre ad un certo numero di griglie fossero presenti due diodi. Il sistema è quindi adatto per qualsiasi tipo di valvola.

La figura 172 illustra il dispositivo di cui la figura 171 con aggiunto lo strumento di misura (un milliamperometro di 10 mA) per la prova dell'emissione. In tal modo si è ottenuto lo schema di principio di un provavalvole ad emissione completo.

Portando l'inversore doppio nella posizione corti, lo strumento di misura risulta escluso, mentre è inserita invece la lampadina spia, ed il circuito risulta quello della figura precedente. Vi è in più il controllo catodi, il quale però serve solo durante la prova di emissione.

Portando l'inversore nella posizione *emissione* risulta esclusa la lampadina spia, ed inserito invece lo strumento di misura. Occorre notare che la tensione anodica è di circa 30 volt, e viene ottenuta dallo stesso avvolgimento di accensione. La resistenza limitatrice è di 200 ohm.

PROVA DELL'EMISSIONE.

Per la prova dell'emissione tutti gli inversori vanno messi nella posizione 2. In tal modo il catodo risulta collegato al filamento, mentre la griglia risulta collegato alla placca, e lo strumento di misura inserito nel circuito anodico. Premendo il pulsante *controllo catodi* l'interruttore si apre, e l'indice dello strumento deve ritornare a zero. L'interruttore a pulsante è segnato solo per comodità, dato che può servire a tale scopo l'inversore C.

La lettura iniziale vien fatta con la portata di 50 mA; se tale portata risulta eccessiva, la resistenza in derivazione allo strumento viene esclusa, mediante pressione sull'interruttore a pulsante.

La figura 173 indica lo schema completo del provavalvole. Per semplicità sono stati segnati soltanto quattro portavalvole di tipo americano, ma in pratica si può aggiungere qualsiasi altro portavalvole, anche di tipo europeo, dato che lo schema non varia. Per il controllo dei cortocircuiti si procede come nel caso della figura precedente. L'inversore doppio va messo nella posizione *corti*. Come già detto illustrando la figura 171, per controllare il cortocircuito tra il catodo ed il filamento si porta l'inversore C nella posizione 1. Se il cortocircuito esiste la lampadina si accende. Portando tutti gli inversori nella posizione 2 si controlla se esiste un cortocircuito tra il catodo e gli elettrodi che poi verranno

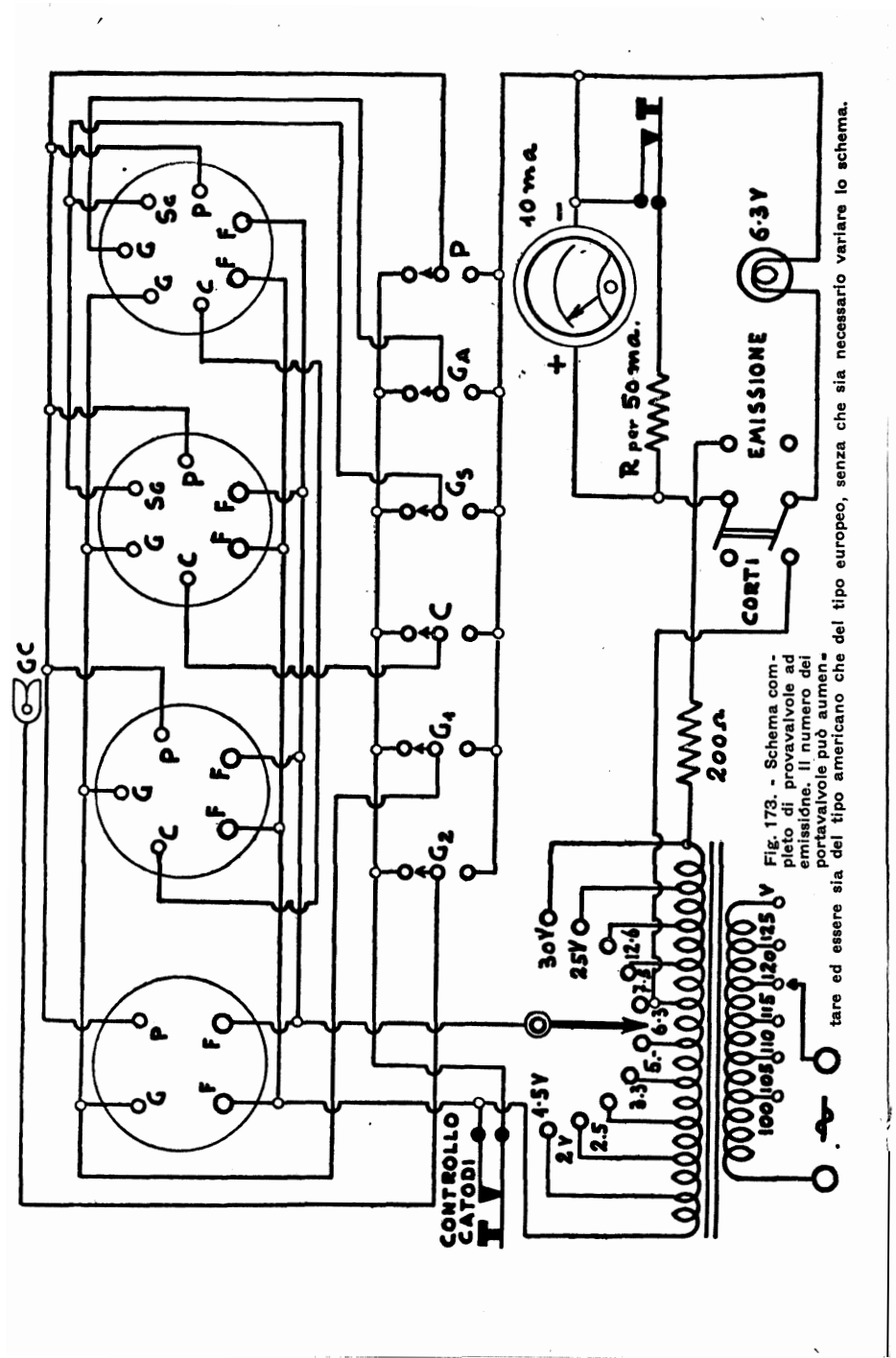


Fig. 173. - Schema completo di provavalvole ad emissione. Il numero dei portavalvole può aumentare ed essere sia del tipo americano che del tipo europeo, senza che sia necessario variare lo schema.

collegati alla placca. Se il cortocircuito esiste la lampadina si accende. Se il corto con il catodo non esiste, per controllare l'esistenza tra i diversi elettrodi superiori, basta passare ciascun inversore nella posizione 1, una per volta. Osservare, a tale proposito, ancora la fig. 172.

Per l'uso dello strumento provavalvole occorre provvedere alla sua taratura, ossia occorre controllare l'emissione di valvole buone e segnarla su una tabella, che poi servirà per il controllo con le valvole di cui non si conoscerà lo stato di esaurimento.

Variazioni in meno del 15 o 20 % sono normali; variazioni del 40 % in meno indicano valvole semiesaurite; variazioni in meno del 50 o 60 % indicano valvole esaurite. Oltre il 60 % in meno, le valvole s'intendono completamente fuori uso.

72. Prova della conduttanza mutua delle valvole.

La prova dell'emissione non tiene conto delle condizioni di fuzionamento delle valvole in esame. Può avvenire che in alcuni punti del catodo l'emissione sia così forte che la parte corrispondente della griglia non riesca a controllarla. In tal caso il controllo dell'emissione è insufficiente, perchè indica la valvola buona quando invece non lo è. Può avvenire anche l'opposto: l'emissione della valvola in prova può risultare assai ridotta, mentre le condizioni di funzionamento della valvola sono ancora buone.

I provavalvole migliori controllano la caratteristica più importante delle valvole, quella che da sola compendia il loro funzionamento, ossia la *conduttanza mutua.*

Nelle valvole amplificatrici ad una variazione della tensione di griglia controllo corrisponde una variazione della corrente di placca. Se ad una variazione della tensione di griglia controllo non corrisponde alcuna variazione della corrente di placca la valvola non amplifica. Ad un dato tipo di valvola, per una determinata variazione della tensione di

griglia controllo, corrisponde sempre una variazione della corrente di placca.

I provavalvole controllano appunto questa variazione della corrente di placca, ed il principio di funzionamento è indicato dalla figura 174. Quando l'inversore si trova nella posizione 1, nessuna tensione di polarizzazione è ap-

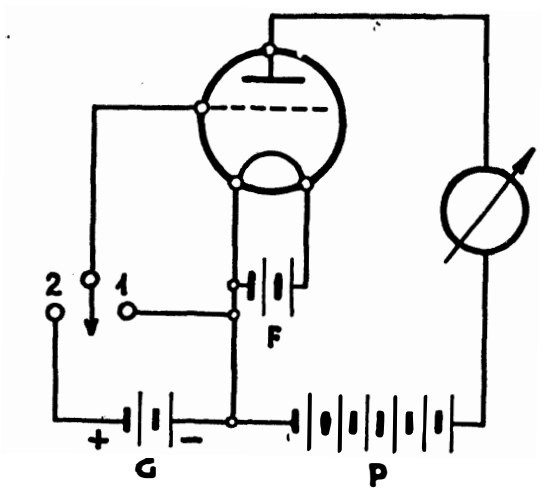


Fig. 174. - Principio dei provavalvole a conduttanza mutua.

plicata alla griglia controllo. Quando viene passato nella posizione 2, a tale griglia viene applicata una tensione positiva di 4,5 volt, e la corrente di placca subisce un immediato forte aumento, indicato dalla lancetta del milliamperometro. Questo metodo si presta per il controllo di molte valvole dello stesso tipo; sapendo che con una valvola in perfetto stato l'indice raggiunge, per esempio, 8 mA, è facile controllare lo stato di tutte le altre valvole, dato che a tutte viene applicata la stessa variazione della tensione di griglia controllo.

LA CONDUTTANZA MUTUA.

Per *conduttanza mutua* s'intende il rapporto fra la variazione della corrente di placca (in *A*) e la variazione della tensione di griglia controllo (in V).

Si supponga che con la tensione positiva di 1 volt, applicata alla griglia controllo, la intensità della corrente di placca sia di 4 mA (ossia 0,004 A) e che portando a 5 volt la tensione di griglia controllo, l'intensità della corrente di placca diventi di 10 mA (ossia 0,01 A). Si avrà una variazione di 6 mA (ossia 0,006) nella corrente di placca per una variazione di 4 volt della tensione di griglia controllo. La conduttanza mutua sarà in tal caso: 0,006/4 = 0,0015.

La conduttanza si esprime in *mho* (abb. ℧) il quale è l'inverso dell'*ohm*, che esprime invece la resistenza. (La resistenza è data dal rapporto *tensione : corrente*, per la Legge Ohm; la conduttanza è data invece dal rapporto *corrente : tensione*). Per la misura della conduttanza mutua il mho è troppo grande ed è usata la sua milionesima parte, ossia il *micromho* (μ ℧).

Nel caso dell'esempio fatto, il rapporto tra la variazione della *corrente* di placca e la variazione della *tensione* di griglia esprimeva la conduttanza mutua della valvola, che era di 0,0015 mho ossia 1500 micromho.

LA PENDENZA.

Per le valvole di tipo europeo, invece del termine *conduttanza mutua* si usa quello di *pendenza*, il quale si esprime in mA/V anzichè in micromho. La sola differenza consiste nel fatto che per la conduttanza mutua la corrente di placca è espressa in *ampere*, mentre per la pendenza è espressa in *milliampere*. Una conduttanza mutua di 1500 micromho corrisponde ad una pendenza di 1,5 mA/V.

73. Caratteristiche dei provavalvole.

Per ottenere la variazione della tensione di griglia, i metodi più in uso sono quelli indicati dalle figure 175 e 176.

Nel caso della figura 175 è indicato un inversore a pulsante, il quale, quando si trova in posizione normale, collega la griglia controllo al catodo. In tal modo la griglia si trova,

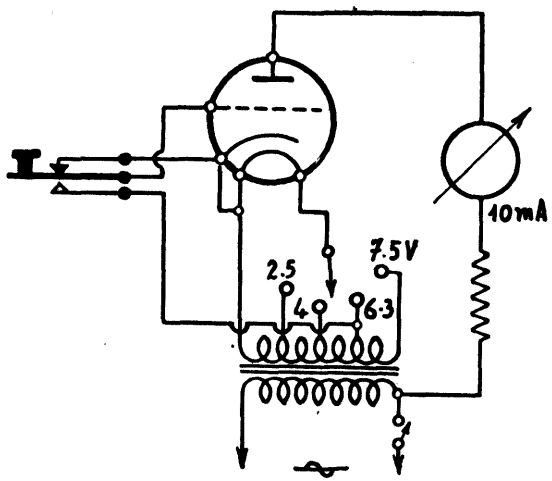


Fig. 175. - Semplice metodo per ottenere la variazione della tensione di griglia. (Il secondario dal lato del catodo va collegato con il primario del trasformatore, come in fig. 166).

rispetto al catodo, a potenziale zero. Abbassando il pulsante, la griglia viene collegata ad una presa del secondario del trasformatore, per cui si trova ad un potenziale negativo rispetto al catodo. (Si veda la fig. 182). Nel caso della figura tale potenziale è di 6,3 volt. Questo è uno dei metodi più semplici, ed è molto usato nei provavalvole commerciali.

Un altro metodo è quello indicato dalla figura 176. In tal caso sono presenti due resistenze, R_1 e R_2, inserite tra

il catodo ed il filamento. Quando l'interruttore è aperto, sono incluse ambedue le resistenze. La tensione di griglia è determinata dalla caduta di tensione provocata ai capi della resistenza complessiva, dal passaggio della corrente presente

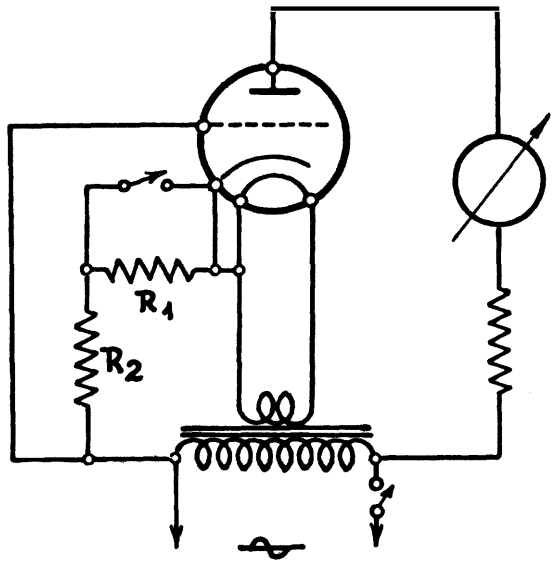


Fig. 176. - La variazione della tensione di griglia è ottenuta cortocircuitando la resistenza R_1.

nel circuito. Chiudendo l'interruttore, diminuisce la resistenza complessiva, e quindi anche la tensione applicata alla griglia della valvola.

TABELLA DI TARATURA.

In ambedue questi metodi si ottiene una variazione della tensione di griglia, e nello stesso tempo uno spostamento dell'indice del milliamperometro, data la variazione della corrente di placca. In pratica non vengono fatti calcoli per determinare la conduttanza mutua, ma si limita la prova

alla lettura della deviazione dell'indice dello strumento. I provavalvole di questo tipo sono accompagnati da tabelle di controllo, nelle quali sono segnate la prima e la seconda lettura allo strumento. Per ciascun tipo di valvola è indicata la differenza fra le due letture che corrisponde a valvole di ottimo stato. Minore è la differenza ottenuta con altre valvole, dello stesso tipo, maggiore è il loro esaurimento. Con valvole esaurite anche la prima lettura è inferiore della normale, essendo minore l'emissione.

VARIAZIONE DELLA TENSIONE DI PLACCA.

La figura 177 indica il principio di un provavalvole basato sul metodo indicato dalla figura 175, con la differenza che

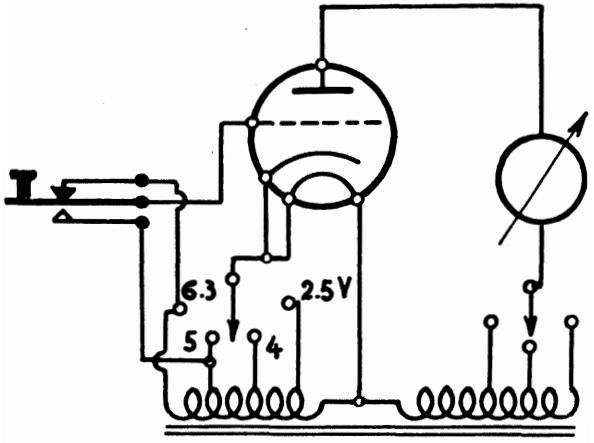


Fig. 177. - La variazione della tensione di placca riesce spesso utile.

anche la tensione di placca può venir variata, variando il tipo di valvola. Nel caso della figura 175, a quasiasi tipo di valvola veniva applicata sempre la stessa tensione di placca, poco diversa da quella della rete-luce, mancando il secondario ad alta tensione. Nel caso della figura 177 è in-

vece presente anche questo secondario, provvisto di prese, in modo da poter applicare alla valvola in esame la tensione di placca meglio corrispondente al suo funzionamento normale. Durante la prova della valvola, va però variata la sola tensione di griglia, che nella figura indicata passa da 6,3 a 5 V, mediante l'inversore a pulsante.

74. Prova delle valvole raddrizzatrici biplacche.

Le valvole raddrizzatrici biplacche vengono provate controllando l'emissione, non essendo possibile utilizzare la va-

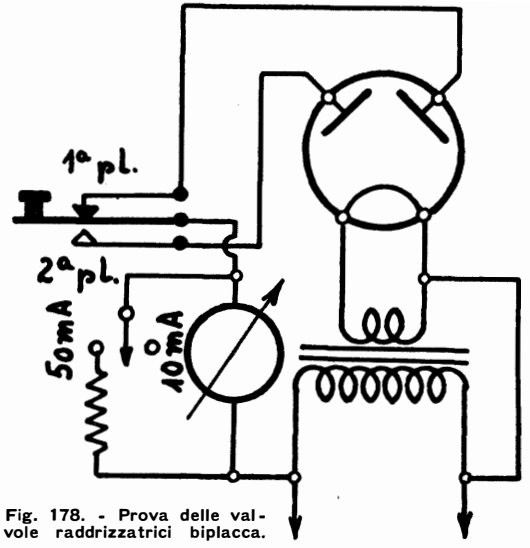


Fig. 178. - Prova delle valvole raddrizzatrici biplacca.

riazione di tensione di griglia. Nel loro caso vi sono due placche, che vanno controllate indipendentemente.

Il metodo è semplice ed indicato dalla figura 178. Il passaggio da una placca all'altra è ottenuto mediante un inversore a pulsante, detto, nei provavalvole commerciali,

controllo seconda placca. Quando il pulsante non viene toccato, è inclusa una delle placche. Abbassandolo viene esclusa la prima placca ed inclusa la seconda. La lettura allo strumento non deve variare, o indicare una differenza trascurabile.

Nei provavalvole è generalmente usato un milliamperometro con portata massima di 10 mA; in tal caso, come indica la figura, va inclusa la resistenza in derivazione, in modo da elevarne la portata a 50 mA.

75. Prova delle valvole con doppio diodo.

Per la portata dei due diodi contenuti nelle valvole rivelatrici è generalmente usato il sistema indicato dalla figura 179. Linversore a pulsante 3 è quello stesso che serve

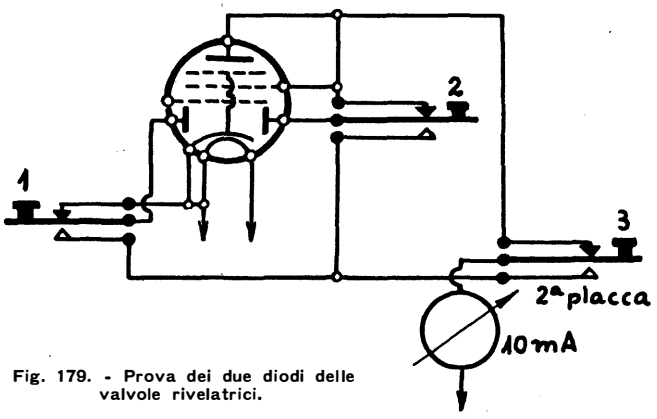


Fig. 179. - Prova dei due diodi delle valvole rivelatrici.

per il controllo della seconda placca nelle valvole raddrizzatrici, ed indicato dalla figura 178. Quando gli altri due inversori vengono lasciati nella posizione indicata dalla figura, ossia in posizione di riposo, una delle placchette è collegata al catodo, mentre l'altra è collegata, insieme con la griglia schermo, alla placca.

L'inversore 1 serve per staccare dal catodo la placchetta di sinistra ed inserita nel circuito dello strumento. Abbassando nello stesso tempo anche l'inversore 3, in circuito non rimane che il diodo corrispondente. Si può in tal modo controllare l'emissione del diodo di sinistra.

Per la prova del diodo di destra basta abbassare contemporaneamente l'inversore 2 e l'inversore 3. In tal modo questo diodo è il solo a trovarsi in circuito con lo strumento, e la sua emissione può venir controllata.

76. Controllo del vuoto.

I provavalvole possiedono spesso anche un *controllo del vuoto*, con il quale può venir esaminato lo stato del vuoto

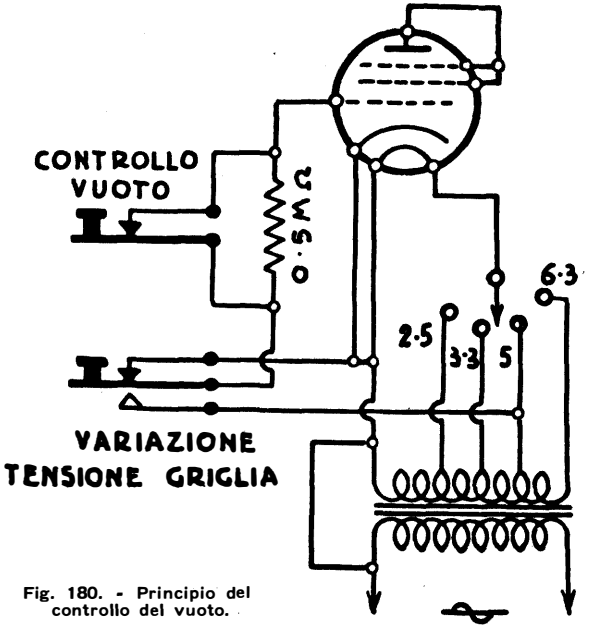


Fig. 180. - Principio del controllo del vuoto.

nella valvola in esame. Questo controllo è importante dato che può avvenire che pur non esistendo cortocircuiti fra gli elettrodi, la valvola possa essere difettosa per vuoto insufficiente.

Il controllo del vuoto si ottiene in modo molto semplice, con un interruttore a pulsante posto in parallelo ad una resistenza fissa di valore elevato, dell'ordine di 500 000 ohm. In posizione normale, l'interruttore è chiuso e la resistenza è cortocircuitata. Abbassando il pulsante, la resistenza viene inserita in circuito. Se il vuoto è insufficiente si determina una notevole corrente di griglia, che percorre la resistenza e produce ai suoi capi una differenza di potenziale, che risulta applicata alla griglia controllo. Essa determina a sua volta una variazione della corrente di placca indicata dallo strumento. Il principio è indicato dalla figura 180.

77. Esempio di provavalvole a conduttanza mutua.

La figura 181 illustra lo schema di un provavalvole con controllo della conduttanza mutua, ossia del tipo a variazione della tensione di griglia controllo. Lo schema è il risultato di quanto illustrato nei paragrafi precedenti.

Sono state segnate 5 valvole, ma in pratica può venir provata qualsiasi valvola, di qualsiasi tipo, purchè il provavalvole sia provvisto dell'adatto portavalvole.

Il secondario del trasformatore possiede 4 prese, ma potrebbe averne un numero maggiore, per qualsiasi altra tensione di accensione, in modo da essere adatto per altri tipi di valvole.

Il controllo dell'amplificazione, viene ottenuto abbassando l'inversore 4 (fig. 175) ed in tal modo la griglia controllo viene staccata dal catodo, al quale diversamente risulta collegata attraverso l'inversore 5, e collegata alla presa a 6,5 volt del secondario. Alla griglia viene dunque applicata una variazione di tensione, da 0 a 6,5 volt. Quando l'in-

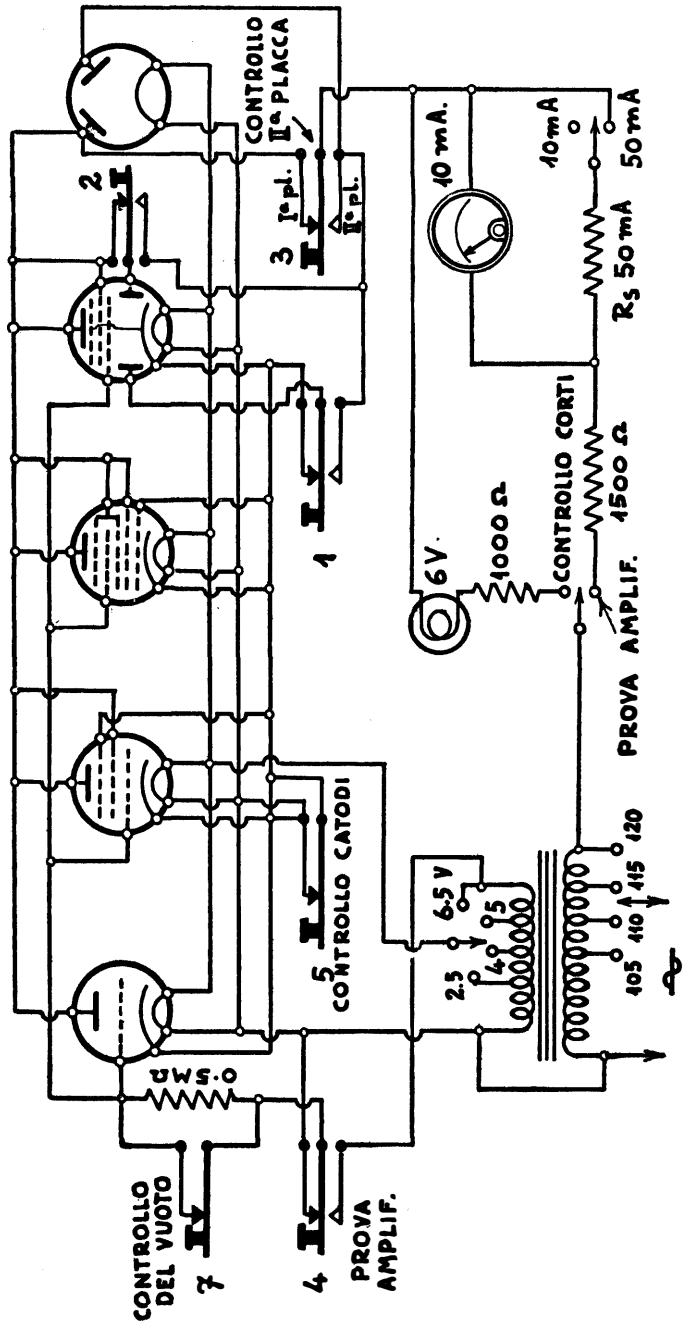


Fig. 181. - Schema di provavalvole a conduttanza mutua. È adatto per qualsiasi valvola di tipo americano od europeo.

versore 4 viene lasciato in posizione di riposo, lo strumento indica un certo valore della corrente anodica, corrispondente alla tensione di griglia zero. Abbassando il pulsante, viene applicata alla griglia controllo una tensione positiva rispetto al catodo, quindi la corrente anodica subisce un au-

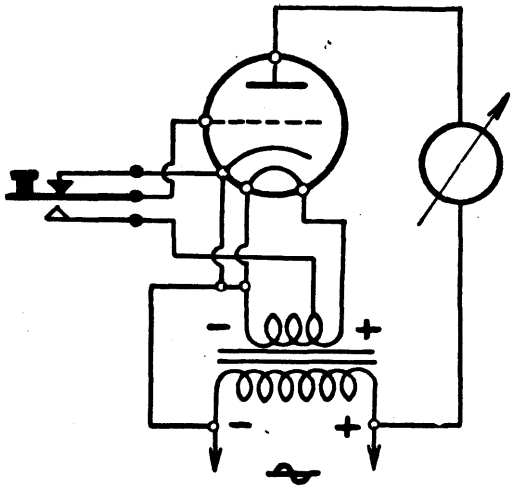


Fig. 182. - Alla seconda lettura corrisponde una deviazione maggiore solo se la polarità è quella indicata.

mento, che viene indicato dallo strumento e che costituisce la seconda lettura.

La prima e la seconda lettura dipendono dal tipo della valvola. Esse sono indicate dalla tabella di taratura del provavalvole. I provavalvole commerciali possiedono tale tabella, mentre quelli autocostruiti devono venir provvisti della tabella di taratura, usando valvole di cui sia noto l'ottimo stato. La tabella può anche indicare le letture che si ottengono con valvole esaurite del 30 %, del 50 % e del 65 %.

Alla seconda lettura corrisponde sempre una deviazione

maggiore dell'indice dello strumento, data la presenza della tensione positiva alla griglia della valvola. Se però la polarità del secondario è invertita, si ottiene l'inverso, ossia viene applicata una tensione negativa anzichè positiva. La polarità deve essere quella indicata dalla figura 182.

Il provavalvole di figura 181 consente il controllo degli eventuali cortocircuiti, poi la prova dell'amplificazione. A tale scopo serve l'inversore 6. Nella posizione *controllo cortocircuiti*, il milliamperometro viene escluso, mentre risulta inclusa la lampadina e la relativa resistenza. La presenza di un cortocircuito viene indicata dall'accensione della lampadina.

Per il controllo dell'eventuale cortocircuito tra il catodo ed il filamento, serve l'interruttore a pulsante 5 che va aperto, durante la prova di amplificazione, ossia quando è incluso il milliamperometro. In tal modo l'indice dello strumento deve ritornare a zero, risultando aperto il circuito; se ciò non avviene, è presente il cortocircuito fra i due elettrodi. Può avvenire che l'indice scenda verso lo zero senza raggiungerlo, per effetto di una dispersione esistente fra il catodo ed il filamento. Anche in tal caso la valvola è da scartare.

Il controllo del vuoto è ottenuto con l'interruttore a pulsante 7. In posizione normale, la resistenza di 500 000 ohm risulta cortocircuitata. Per la prova del vuoto basta abbassare il pulsante, se il vuoto non è normale, la corrente di griglia è troppo elevata, essa scorre nella resistenza e determina una differenza di potenziale ai suoi capi, ciò che varia la tensione alla griglia, e quindi la corrente anodica, indicata dallo strumento, come già detto nel paragrafo precedente.

Quando vengono provate valvole raddrizzatrici, l'inversore 8 va messo nella posizione 50 mA. Per il controllo della seconda placca basta abbassare l'inversore 3. Per il controllo dei due diodi contenuti nelle valvole raddrizzatrici, occorre abbassare l'inversore 3, come per controllare la seconda placca delle raddrizzatrici, e quindi abbassare, uno per volta, gli inversori 1 e 2 (fig. 179).

78. Provavalvole con raddrizzatore.

In tutti gli esempi fatti, la stessa valvola in prova agiva anche da raddrizzatrice della tensione alternata applicata. La corrente anodica indicata dallo strumento era dovuta alla tensione raddrizzata così ottenuta. In alcuni provavalvole, anche del tipo ad emissione, è invece presente una valvola

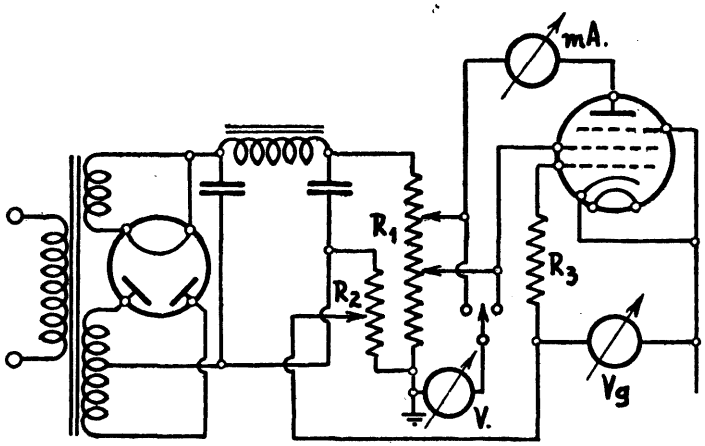


Fig. 183. - Schema di principio di provavalvole con raddrizzatore.

raddrizzatrice od un raddrizzatore ad ossido. La tensione applicata agli elettrodi della valvola in prova è perciò continua.

La figura 183 indica lo schema di principio di un provavalvole con raddrizzatore. È usata una valvola biplacca per il raddrizzamento della tensione, due condensatori ed una impedenza per il livellamento. Sono presenti due resistenze variabili. R_1 serve per variare la tensione anodica applicata agli elettrodi; R_2 serve per variare la tensione negativa alla griglia controllo. R_3 è la normale resistenza di griglia. Il voltmetro V è provvisto di inversore, e consente la lettura della tensione applicata alla placca e alla griglia schermo. Il

voltmetro V_g serve per leggere la tensione applicata alla griglia controllo; mentre il milliamperometro serve per la normale lettura della tensione anodica. Essendo possibile variare le tensioni applicate agli elettrodi, esso consente di determinare la *curva statica* delle valvole nelle condizioni normali di regime. Consente pure, per molte valvole, la misura della *corrente di saturazione*.

In alcuni provavalvole commerciali è usato un triodo, con la griglia collegata alla placca, in funzione di raddrizzatore.

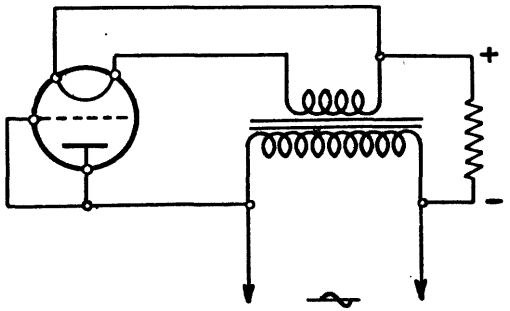


Fig. 184. - Triodo raddrizzatore usato in alcuni provavalvole commerciali.

È il caso indicato dalla figura 184. Il secondario alta tensione è eliminato, per cui il trasformatore possiede il solo avvolgimento primario e due avvolgimenti di accensione, uno per le valvole in prova e l'altro per la valvola rettificatrice. Nella figura è indicato solo quest'ultimo. La tensione da applicare alle valvole in prova è disponibile ai capi della resistenza.

79. Controllo delle valvole con zoccolo «octal».

Lo stato del filamento e la presenza di eventuali cortocircuiti nelle valvole con zoccolo « octal » possono essere facilmente determinati con uno zoccolo provvisto di sette resistenze, come indica la figura 185.

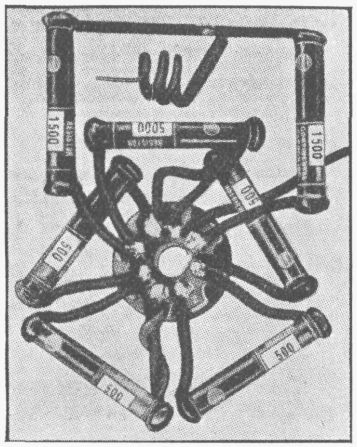


Fig. 185. - Aspetto del dispositivo di fig. 186.

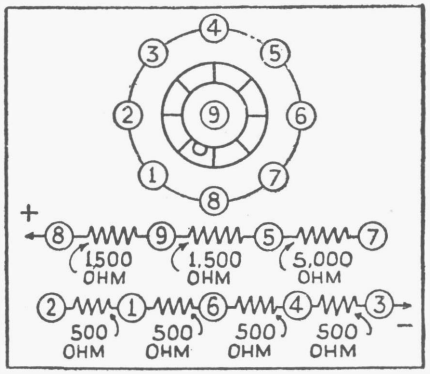


Fig. 186. - Dispositivo per il controllo dei cortocircuiti nelle valvole metalliche o «G».

Lo schema del dispositivo di controllo è indicato dalla figura 186. Tra i diversi contatti del portavalvole sono sistemate le resistenze. Tra i contatti 2 e 7 non è presente alcuna resistenza. Tra i contatti 8 e 3 è possibile misurare, con un ohmmetro, 10 000 ohm, ossia la somma delle varie resistenze presenti. Se il filamento è interrotto, il circuito risulta aperto, e l'indice dell'ohmmetro non si muove.

Nel caso che tra due elettrodi vi sia un cortocircuito, esso elimina la resistenza compresa tra i due elettrodi, per cui l'ohmmetro indica una resistenza inferiore ai 10 000 ohm. Controllando poi ciascuna resistenza, si può constatare quale sia la cortocircuitata, e perciò tra quali elettrodi è presente il corto circuito.

CAPITOLO UNDICESIMO

STRUMENTI PROVAVALVOLE

80. Provavalvole Weston.

WESTON MOD. 674.

La figura 188 riporta lo schema del provavalvole *Weston mod. 674*. Questo provavalvole ebbe notevole diffusione in

Fig. 187. - Provavalvole Weston mod. 674.

Italia negli anni 1934 e 1935. È provvisto di 18 portavalvole di cui 11 collegati ed 8 disponibili per nuove valvole. Tenendo conto dello schema è possibile provvedere ad utiliz-

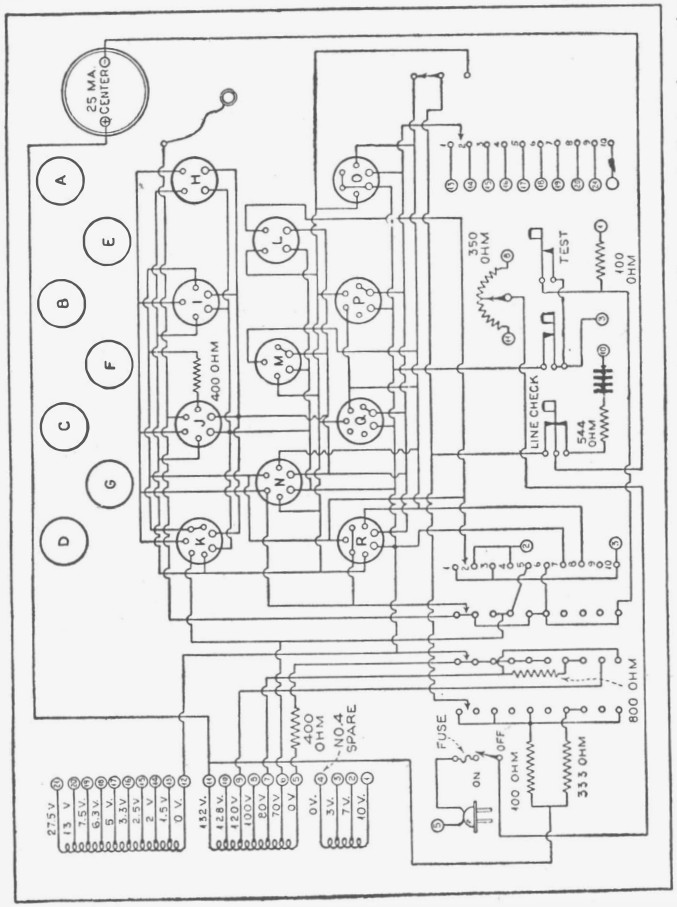


Fig. 188. - Schema del provavalvole Weston mod. 674. (« Line check » = controllo tensione rete; « test » = prova; « fuse » = fusibile).

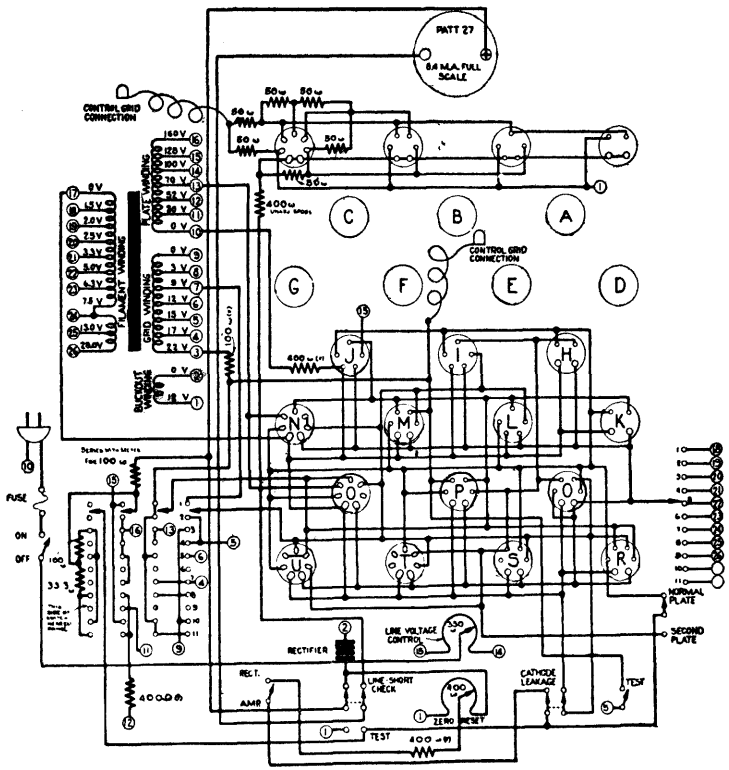


Fig. 189. - Schema del provavalvole mod. 681. (« Line voltage control » = regolatore tensione rete; « cathode leakage » = dispersione catodo-filamento).

zare le recenti valvole ed aggiornare lo strumento. L'aspetto esterno del provavalvole Weston mod. 674 è indicato dalla figura 187.

WESTON MOD. 681.

Il provavalvole Weston mod. 681 è caratteristico data la presenza del quadrante circolare di grandissimo diametro (22 cm) provvisto di scale a varii colori. Questo modello è stato realizzato particolarmente per l'uso nei negozi di vendita, affinchè le indicazioni potessero venir facilmente seguite dai radioascoltatori profani.

Con questo provavalvole si ottiene la indicazione della conduttanza mutua, dato che ai diversi elettrodi della valvola in esame vengono applicate le normali tensioni di lavoro, ottenute mediante un rettificatore ad ossido. È provvisto di 25 portavalvole, dei quali sette non utilizzati ed a disposizione per nuove valvole. Lo schema del provavalvole Weston *mod. 681* è riportato dalla figura 189.

WESTON MOD. 682.

La figura 190 illustra l'aspetto esterno del provavalvole Weston *mod. 682*. Questo modello indica l'emissione totale delle valvole in esame, sopra un quadrante distinto in tre zone colorate. Ha la particolarità che la regolazione della tensione della rete-luce va fatta dopo che la valvola è stata collocata e dopo che si è riscaldata. È provvisto dei controlli di cortocircuito, di contatto del catodo con il filamento, del vuoto. La figura 191 ne indica lo schema.

WESTON MOD. 770.

La figura 192 indica l'aspetto del provavalvole Weston *mod. 770*. Con tale strumento la prova delle valvole viene effettuata misurando la emissione totale. A tale scopo le valvole sono distinte in tre gruppi: normali (di applicazione

generale), *batteria* (ad accensione diretta) e *diodi*. Ciascun gruppo di valvole viene provato con una impedenza di carico diversa e meglio adatta alla categoria, in modo da evitare che le valvole possano venir danneggiate.

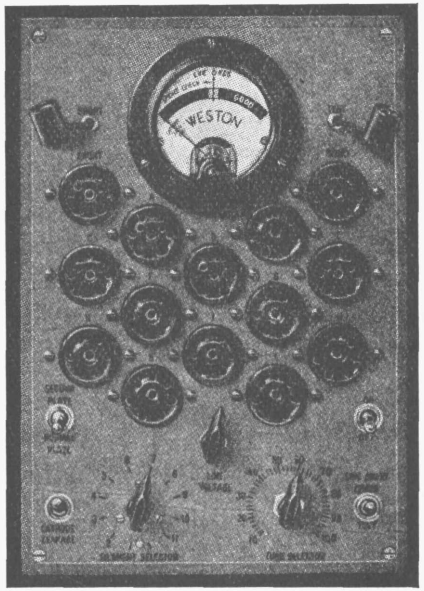


Fig. 190. - Provavalvole Weston mod. 682.

La presenza degli eventuali cortocircuiti è indicata mediante una lampada al neon. Sette commutatori a levetta permettono di inserire in circuito i diversi elettrodi della valvola in esame.

WESTON MOD. 773.

La figura 193 indica l'aspetto del provavalvole *Weston mod. 773*, adatto per la prova delle valvole sia di tipo ame-

ricano che di tipo europeo. La prova delle valvole di quest'ultimo tipo viene effettuata mediante zoccoli adattatori, forniti a parte. Questo provavalvole consente la misura della

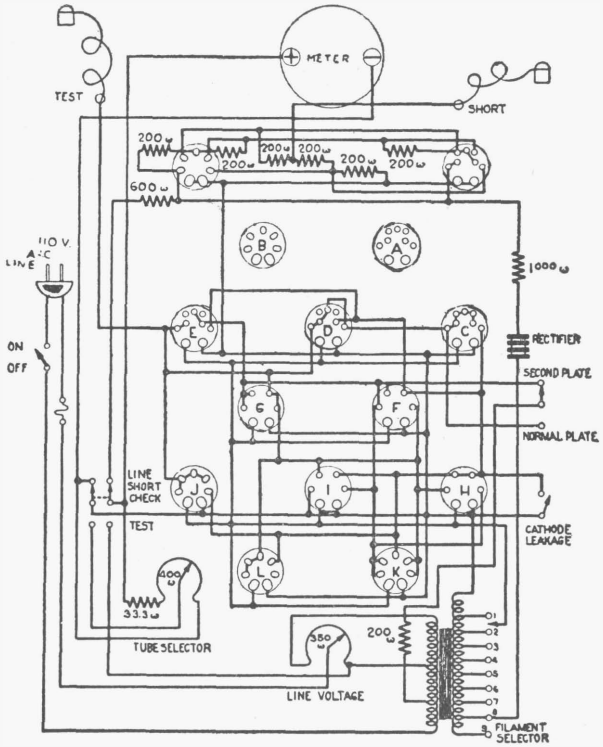


Fig. 191. - Schema del provavalvole Weston mod. 682.

emissione totale. Consente pure il controllo di ciascun elettrodo, sia per quanto riguarda la presenza di cortocircuiti sia indicandone la emissione corrispondente. È il tipo di provavalvole per esame *da elettrodo ad elettrodo*.

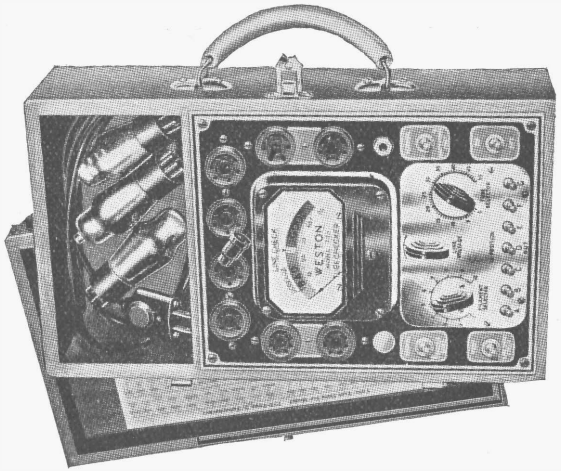


Fig. 193. - Provavalvole Weston mod. 773

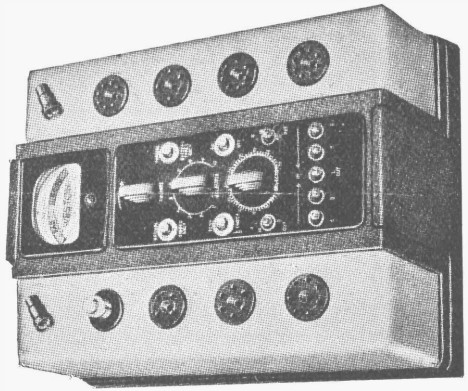


Fig. 192. - Provavalvole Weston mod. 770.

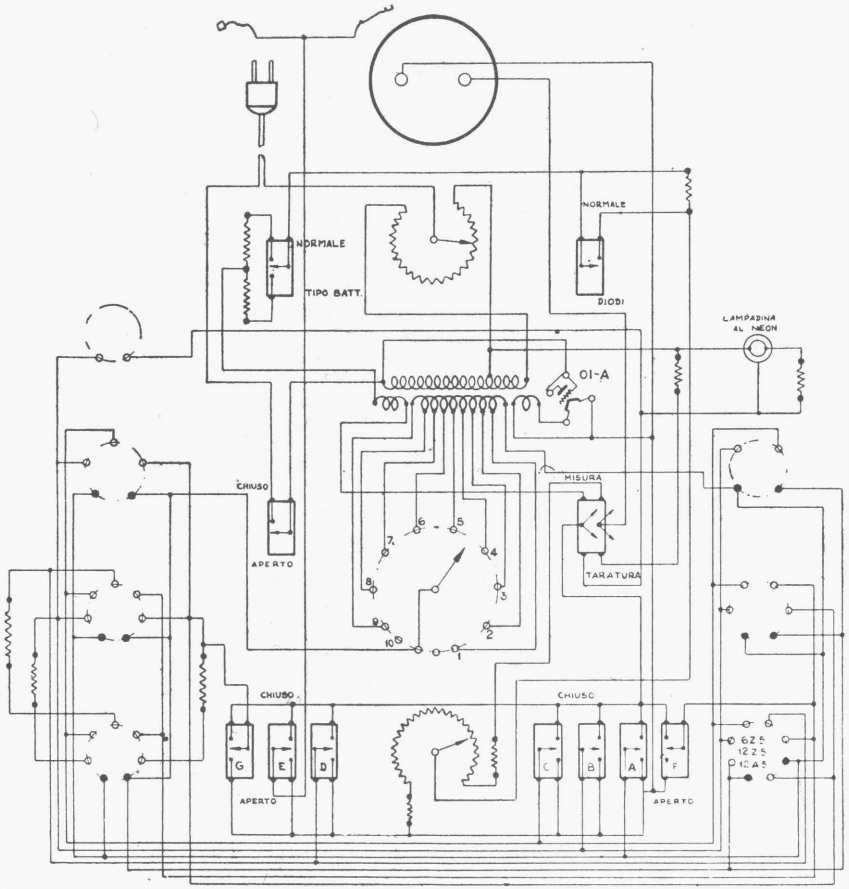


Fig. 194. - Schema del provavalvole Allocchio, Bacchini e Co, mod. 1872.

81. Provavalvole Allocchio, Bacchini & C° modello 1872.

Lo schema è quello riportato dalla figura 194. Come si può notare osservando lo schema, questo provavalvole è provvisto di una valvola rettificatrice. A tale scopo è usato

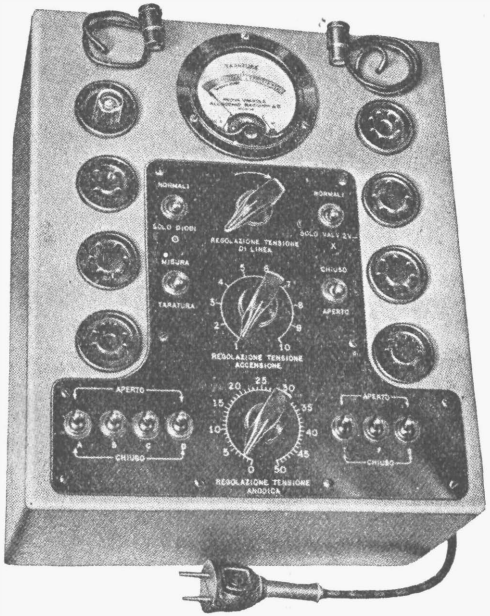


Fig. 195. - Provavalvole Allocchio Bacchini e Co, mod. 1872.

un triodo 01A, con la griglia collegata alla placca. Data la presenza della rettificatrice, ai diversi elettrodi della valvola in esame vengono applicate le normali tensioni di lavoro, per cui l'indicazione non si riferisce all'emissione complessiva, ma alla conduttanza mutua della valvola. Gli eventuali

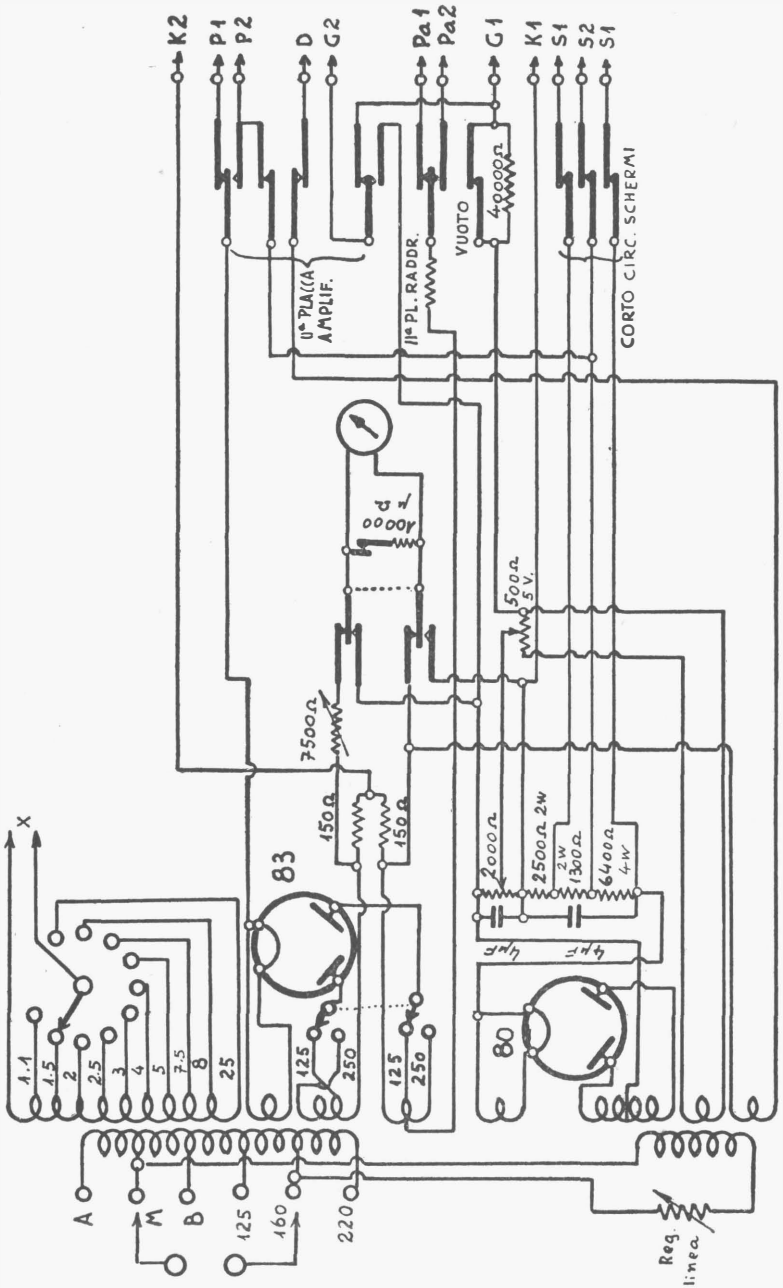


Fig. 196. - Schema del provavalvole G. B. 31. Per semplicità sono stati omessi i portavalvole.

difetti della valvola vengono in tal modo immediatamente indicati.

È provvisto di sei portavalvole, rispettivamente per 4, 5, 6, 7 e 8 piedini, nonchè uno combinato per valvole metalliche e per tutte le valvole speciali (6Z5, 12A5, 12Z5, ecc.). La prova delle valvole di tipo europeo viene effettuata mediante appositi zoccoli di raccordo. La presenza di cortocircuiti nell'interno delle valvole è indicata da una lampada al neon.

L'aspetto esterno di questo provavalvole è indicato dalla figura 195.

82. Provavalvole G. B. 31.

Uno sguardo allo schema indicato dalla figura 196 è sufficiente per chiarire che si tratta di un provavalvole complesso, con il quale è possibile applicare alla valvola in esame le corrispondenti tensioni di lavoro per determinarne la conduttanza mutua, in rapporto diretto con il coefficiente di amplificazione.

Il provavalvole è provvisto di 12 portavalvole, compresi quelli per le valvole più recenti. I portavalvole non sono indicati, per semplicità, nello schema.

Le tensioni di lavoro si ottengono con due valvole raddrizzatrici, una 80 ed una 83.

PARTE TERZA

TARATURE

CAPITOLO DODICESIMO

IL GENERATORE DI SEGNALI

83. Caratteristiche dei generatori di segnali. Oscillatore modulato.

Il generatore di segnali, detto anche *oscillatore modulato*, è una minuscola stazione radio i cui segnali vengono applicati all'entrata del ricevitore, in sostituzione dei segnali che possono venir captati dall'antenna. I segnali provenienti dalle stazioni radio non possono venir utilmente adoperati per l'*allineamento* (sono usati anche i termini *messa in passo*, *radioregistro*, e simili) dei diversi circuiti perchè la loro ampiezza varia continuamente. Affinchè l'allineamento sia possibile occorre che l'ampiezza dei segnali sia costante, ossia che l'apparecchio radio riproduca un suono continuo, in modo da poterne controllare la variazione durante l'operazione di allineamento dei circuiti.

In pratica tale controllo non viene fatto ad orecchio, ma viene usato un voltmetro per tensione alternata all'uscita del ricevitore (*misuratore d'uscita*). La visione dell'indice dello strumento sostituisce l'ascolto del suono.

FREQUENZA ED AMPIEZZA DEI SEGNALI.

Il generatore di segnali fornisce dei segnali la cui *frequenza* può venir variata a volontà, entro i limiti consentiti dalla sua gamma. In tal modo è possibile la messa a punto

dei ricevitori entro tutta la loro gamma di ricezione, ed è possibile provvedere all'allineamento dei circuiti all'esatto valore della media frequenza. Ciò sarebbe impossibile, almeno praticamente, se si dovessero a tale scopo utilizzare le emissioni delle stazioni radio.

Anche l'*ampiezza dei segnali* può venir regolata mediante apposito *attenuatore*. Ciò è molto importante perchè in tal modo è possibile provvedere al *controllo di sensibilità* del ricevitore in esame, a verificare il funzionamento del regolatore automatico di sensibilità, a far rimanere l'indice del misuratore d'uscita in posizione comoda per la lettura, ecc.

Con il generatore di segnali, oltre all'allineamento dei circuiti si può ottenere il controllo dell'efficienza delle varie valvole con il metodo della sostituzione, determinare il guadagno di ciascun stadio di amplificazione, stabilire la selettività dei circuiti accordati, controllare il rapporto fra la frequenza di modulazione e la resa d'uscita ed ottenere in tal modo il grafico relativo alla fedeltà di riproduzione dell'apparecchio in esame, effettuare misure di capacità (pagina 288), ecc.

Il generatore di segnali è estremamente utile al radiotecnico collaudatore o riparatore. Le sue possibilità d'uso sono limitate soltanto dall'abilità di chi lo adopera.

84. Produzione di oscillazioni a radiofrequenza.

PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO DEI GENERATORI DI SEGNALI.

Una valvola amplificatrice il cui circuito di placca sia accoppiato al circuito di griglia in opposizione di fase, può generare oscillazioni la cui frequenza dipende dalla frequenza di risonanza del circuito oscillatorio di griglia. Affinchè ciò avvenga è necessario che la tensione indotta dal circuito di placca nel circuito di griglia sia sufficiente a compensare le perdite del circuito di griglia.

Nella figura 197 il circuito oscillatorio è costituito da L

e C. Ad L è accoppiato l'avvolgimento L_1 del circuito di placca. La valvola provvede ad amplificare il segnale presente nel circuito di placca, la cui frequenza dipende da LC. L'avvolgimento L_1 provvede a far ritornare nel circuito di griglia una parte del segnale amplificato, con il risultato che all'aumento del segnale all'entrata della valvola corrisponde un aumento del segnale all'uscita, il quale deter-

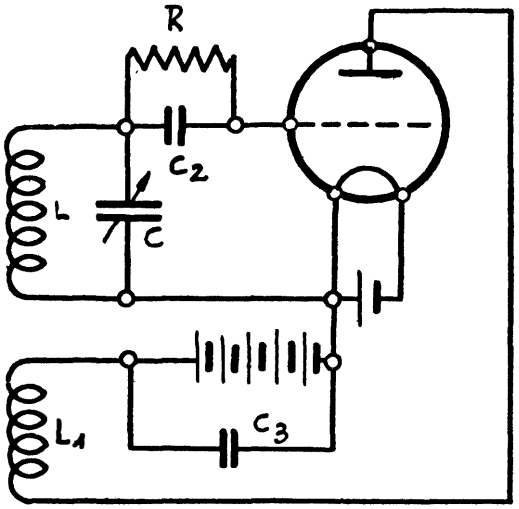


Fig. 197. - Valvola oscillatrice il cui circuito di placca è accoppiato induttivamente a quello di griglia.

mina un nuovo aumento del segnale d'entrata, ciò sino a tanto che la valvola ha raggiunto il punto di saturazione, dopo di che ad un ulteriore aumento del segnale all'entrata non corrisponde più un aumento del segnale all'uscita.

L'accoppiamento del circuito di griglia con il circuito di placca può essere ottenuto induttivamente, come in figura 197, o capacitivamente, come in figura 198. In que-

st'ultimo caso i circuiti oscillatori sono due, quello di griglia e quello di placca, accoppiati attraverso la capacità esistente tra la placca e la griglia, nell'interno della valvola, se tale capacità interelettrodica è sufficiente. Diversamente l'accoppiamento è ottenuto con un condensatore collegato tra la placca e la griglia della valvola.

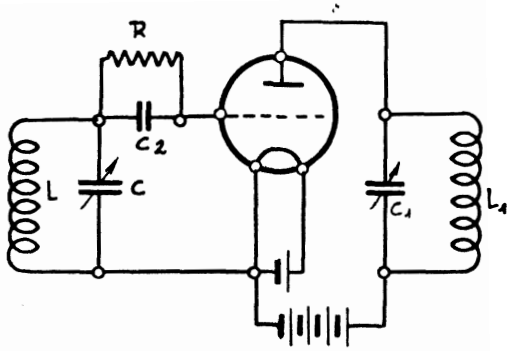


Fig. 198. - Valvola oscillatrice a due circuiti oscillatori accoppiati mediante la capacità esistente tra la placca e la griglia.

Molto usato per i generatori di segnali è il *circuito Hartley*, indicato dalla figura 199. Il circuito oscillatorio *LC* è provvisto di una presa collegata al catodo (o filamento). I suoi estremi sono collegati da un lato alla griglia, attraverso il condensatore e la resistenza di griglia, e dall'altro alla placca, attraverso il condensatore di accoppiamento C_1. La presa collegata al catodo divide l'avvolgimento in due sezioni, quella di griglia e quella di placca, accoppiate induttivamente. L'effetto reattivo di un circuito sull'altro è determinato dalla posizione della presa, la quale normalmente è ad un terzo dell'avvolgimento rispetto alla placca. Tale effetto aumenta con l'avvicinare la presa all'estremità collegata alla placca.

L'impedenza a. f. indicata con L_1 provvede a separare il circuito oscillatorio dai circuiti di alimentazione, ed impedisce che le oscillazioni a radiofrequenza si propaghino in tali circuiti. Il condensatore di accoppiamento C_1 serve per offrire un facile passaggio alle oscillazioni, e per impedire il passaggio alla corrente continua, al contrario di quanto avviene per l'impedenza L_1.

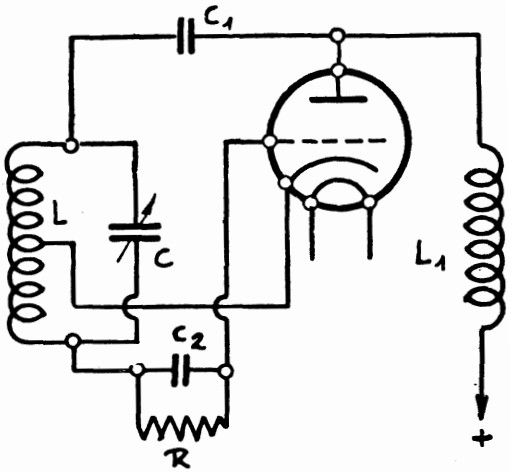


Fig. 199. - Valvola oscillatrice con circuito Hartley.

La tensione negativa di griglia è ottenuta con la resistenza *R*. Ciò anche nei due precedenti circuiti. La corrente di griglia percorre tale resistenza e una differenza di potenziale si determina ai suoi capi, con il risultato che la griglia viene a trovarsi a potenziale negativo rispetto il catodo. Il condensatore C_2, indicato negli schemi, serve per fornire un passaggio alle tensioni a radiofrequenza.

Un quarto esempio di valvola usata per generare oscillazioni è indicato dalla figura 200. Lo schema è molto simile a quello della figura precedente. La differenza consiste nel fatto che mentre nello schema di figura 199 era l'avvolgimento del circuito oscillatorio ad essere diviso in due parti, di cui una appartenente al circuito di griglia e l'altra al cir-

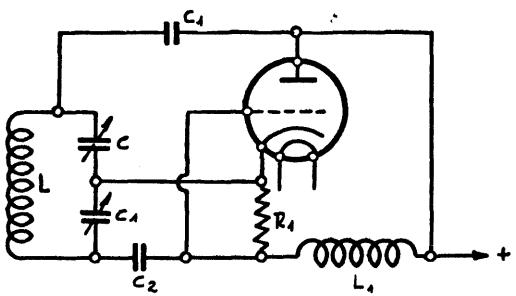


Fig. 200. - Valvola oscillatrice con circuito Colpitts.

cuito di placca, in quello di figura 200 è il condensatore del circuito oscillatorio che è diviso in due parti, di cui una presente nel circuito di griglia e l'altra nel circuito di placca. Si ottiene in tal modo il *circuito Colpitts.*

85. L'oscillatore, il modulatore e l'attenuatore.

I generatori di segnali vengono anche detti *oscillatori modulati*, poichè sono costituiti dalle tre parti distinte seguenti (figura 201):

a) l'oscillatore a radiofrequenza;

b) il modulatore ad audiofrequenza (par. 86);

c) l'attenuatore (par. 92).

L'oscillatore a radiofrequenza provvede alla generazione di oscillazioni la cui frequenza dipende dal circuito oscillatorio in esso presente. Il modulatore ad audiofrequenza provvede a modulare le oscillazioni a radiofrequenza. L'attenuatore provvede a consentire la variazione, in modo continuativo ed entro determinati limiti, della tensione a radiofrequenza modulata. L'attenuatore serve cioè a variare l'intensità dei segnali prodotti dal generatore.

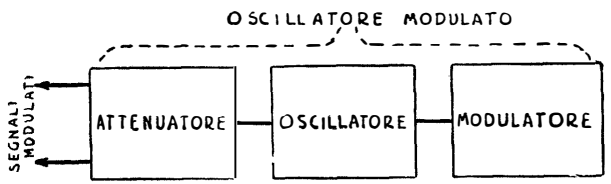


Fig. 201. - I generatori di segnali si possono distinguere in tre parti.

Oltre alle tre parti suddette, nei generatori di segnali è presente una quarta parte, ossia l'alimentatore. Questa parte è evidente e non richiede alcuna illustrazione.

I generatori di segnali si possono così distinguere:

a) ad automodulazione (par. 88);

b) a modulazione separata (par. 86);

c) ad alimentazione in continua (par. 88);

d) ad alimentazione in alternata (par. 92).

Inoltre si distinguono rispetto alla gamma di frequenze che riescono a coprire, e quindi possono essere ad una gamma sola od a più gamme di frequenze.

86. Il modulatore ad audiofrequenza.

Nei generatori di segnali, è il *modulatore* che provvede sia alla produzione di frequenze foniche (audiofrequenze) sia a sovrapporle alle oscillazioni a radiofrequenza, in modo da modularle. Nelle stazioni radiotrasmittenti le oscillazioni a radiofrequenza vengono modulate dalle frequenze corrispondenti alle voci o ai suoni. Durante le pause, le stazioni irradiano delle oscillazioni non modulate, che non determi-

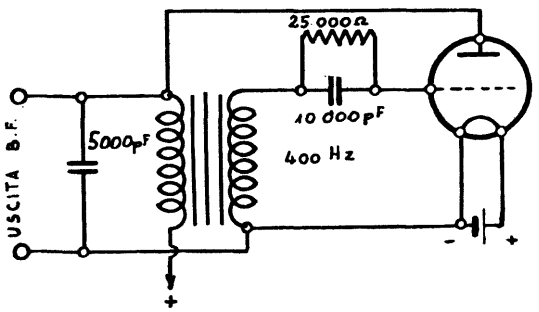


Fig. 202. - Esempio di generatore di frequenze foniche (modulatore).

nano alcun suono al ricevitore. In pratica esse non sono del tutto prive di modulazione, ma sono modulate dai soli rumori di fondo.

Collegando ai capi antenna-terra di un ricevitore, un generatore di segnali non modulato, il ricevitore non fornisce alcuna riproduzione sonora. Se il generatore di segnali è modulato, esso si sostituisce alle emittenti radio, e consente al ricevitore di riprodurre un suono costante, un fischio, la cui frequenza può venir variata. Il fischio è inteso solo quando il ricevitore è accordato alla frequenza del generatore di segnali.

GENERATORI DI FREQUENZE FONICHE.

I generatori di frequenze foniche si basano sullo stesso principio di quelli che provvedono alla produzione di radiofrequenze. Variano soltanto i valori di induttanza e capacità del circuito oscillatorio. Un esempio è indicato dalla figura 202. Non si tratta che di un triodo il cui circuito di

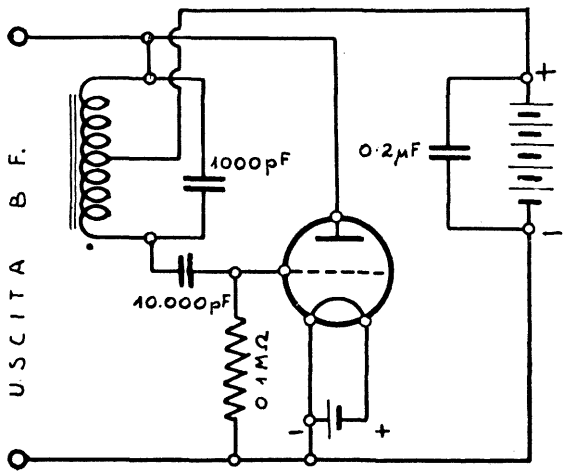


Fig. 203. - Generatore di frequenze foniche che utilizza il circuito Hartley.

placca è accoppiato al circuito di griglia. I due avvolgimenti costituiscono il primario ed il secondario di un trasformatore a bassa frequenza, con nucleo di ferro. Il condensatore di 5000 pF determina, insieme con il valore della induttanza degli avvolgimenti, la frequenza fonica. Variando la capacità di questo condensatore si varia la frequenza di modulazione.

La figura 203 indica un altro semplice schema di generatore di frequenza fonica, ossia di modulatore. In tal caso

è utilizzato il circuito Hartley. È presente un unico avvolgimento con una presa centrale. Una sua parte appartiene al circuito di placca, l'altra appartiene al circuito di griglia. Sia in questo schema che in quello precedente è indicata la resistenza di griglia la quale serve appunto per determinare la tensione di polarizzazione della griglia controllo. Il condensatore di griglia serve per offrire un passaggio alle frequenze foniche e deve essere di capacità adeguata.

La figura 204 indica un circuito assai simile al precedente.

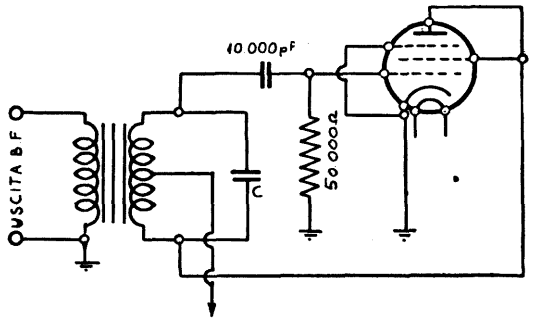


Fig. 204. - Esempio di generatore di frequenze foniche, provvisto di pentodo.

È questo il circuito più usato per il modulatore nei generatori di segnali alimentati in alternata. I normali pentodi per alta frequenza, a pendenza variabile, si prestano ottimamente. Il condensatore C determina, insieme all'avvolgimento secondario, la frequenza fonica. La sua capacità è legata all'induttanza dell'avvolgimento. In pratica si usano più condensatori, di varia capacità, inseribili uno per volta, allo scopo di ottenere varie frequenze foniche.

Un altro esempio di modulatore è indicato dalla figura 205. In tal caso una parte dell'avvolgimento di griglia (secondario) è percorso dalla intera corrente assorbita dalla valvola, ossia dalla corrente di catodo. Il circuito di

placca non è interessato. La placca è collegata al partitore di tensione dell'alimentatore anodico. Il catodo è collegato alla presa dell'avvolgimento di griglia attraverso una resistenza. Il valore di questa resistenza, sommato a quello presentato dalla parte dell'avvolgimento, determina la tensione negativa di polarizzazione della valvola.

La frequenza fonica può avere quattro diversi valori, a seconda del condensatore inserito. I valori indicati sono ap-

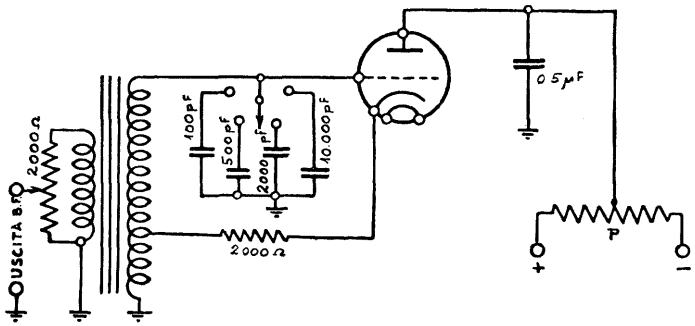


Fig. 205. - Generatore di frequenze foniche con triodo ad accoppiamento catodico.

prossimativi, in quanto dipendono dalla induttanza dell'avvolgimento secondario. L'attenuatore è disposto in parallelo al primario del trasformatore, ai cui capi è presente la tensione a frequenza fonica.

87. Sistemi di modulazione.

La sovrapposizione della frequenza fonica alla radiofrequenza può essere ottenuta in tre modi: per *modulazione di griglia-controllo*, per *modulazione di placca*, o per *modulazione di griglia di soppressione*, a seconda che la sovrapposizione avvenga nel circuito di griglia, nel circuito di placca, o nel circuito di griglia di soppressione. Dei tre si-

stemi il più usato è il terzo. La modulazione di griglia è poco usata per la insufficiente stabilità, dovuta al fatto che la tensione a frequenza fonica altera la tensione di polarizzazione della valvola oscillatrice.

MODULAZIONE DI GRIGLIA CONTROLLO.

Un esempio di modulazione di griglia è indicato dalla figura 206. Nel ritorno di griglia della valvola oscillatrice è

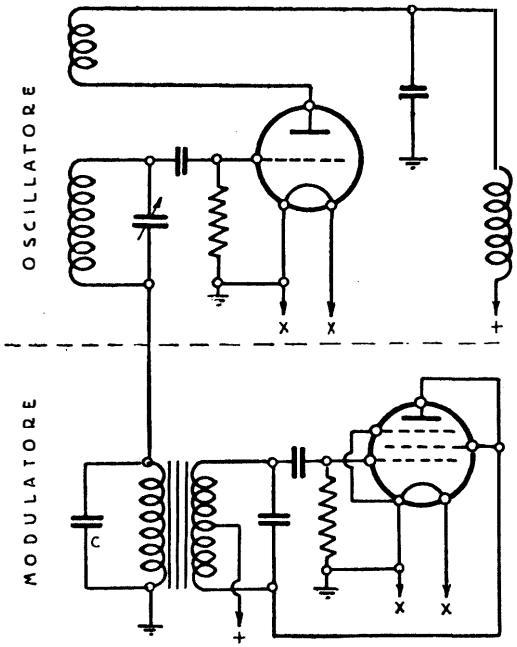


Fig. 206. - Sovrapposizione della frequenza fonica alla radiofrequenza.

presente l'avvolgimento primario del trasformatore b. f. che appartiene al modulatore. Il condensatore C serve per il

passaggio delle oscillazioni a radiofrequenza, mentre la tensione a frequenza fonica presente ai capi del primario del trasformatore b. f. determina delle corrispondenti variazioni della tensione di polarizzazione, ossia la tensione di polarizzazione risulta modulata a frequenza fonica.

MODULAZIONE DI GRIGLIA DI SOPPRESSIONE.

La figura 207 indica uno schema di modulazione di griglia di soppressione. In tal caso la tensione di polarizzazione

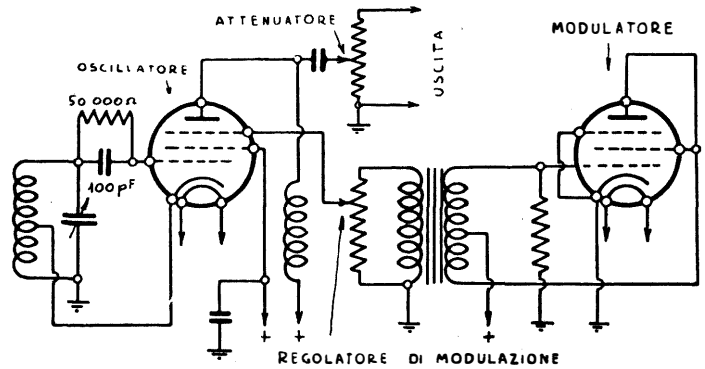


Fig. 207. - Modulazione della radiofrequenza mediante accoppiamento elettronico tra oscillatore e modulatore.

dell'oscillatore rimane costante, ed è assicurata una maggiore stabilità di funzionamento. La tensione a frequenza fonica viene applicata alla griglia di soppressione del pentodo oscillatore, e così il circuito oscillatorio è completamente indipendente, essendo assicurato l'accoppiamento elettronico tra questo circuito a radiofrequenza e il circuito modulatore. La sovrapposizione delle oscillazioni a radiofrequenza ed a frequenza fonica avviene nell'interno della valvola oscillatrice, che in tal caso diventa oscillatrice e sovrappositrice, mentre l'altra valvola provvede soltanto alla produzione della frequenza fonica. (Esempi pratici in figg. 217 e 218.)

CONTROLLO DELLA PERCENTUALE DI MODULAZIONE.

La modulazione delle oscillazioni a radiofrequenza può venir variata mediante il *regolatore di modulazione*, il quale nell'esempio fatto (fig. 207) è costituito da un partitore di tensione disposto ai capi del primario del trasformatore b. f. Esso consente di regolare la tensione a frequenza fonica applicata alla griglia di soppressione, ossia consente di variare la *percentuale di modulazione*.

Per il processo di modulazione, l'ampiezza delle oscilla-

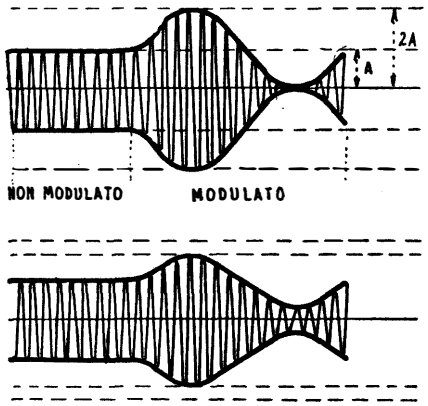


Fig. 208. - Esempi di modulazione.

zioni a radiofrequenza viene variata in accordo con la tensione a frequenza fonica. La figura 208 indica un segnale a radiofrequenza non modulato, di ampiezza *A*, e poi lo stesso segnale modulato al 100 % per la sovrapposizione con una frequenza fonica pure essa di ampiezza *A*. Ne risulta che il segnale dopo la modulazione ha ampiezza 2A. In basso, nella stessa figura, è indicato il caso in cui la frequenza fonica sia di ampiezza minore delle oscillazioni a radiofrequenza. In tal caso la modulazione non è più to-

tale, ossia del 100 %, ma è inferiore al 100 %. Il regolatore di modulazione di cui la figura 207 serve appunto a variare l'ampiezza della frequenza fonica, e quindi a variare la percentuale di modulazione del segnale che si ottiene all'uscita dell'oscillatore modulato.

88. Valvole oscillatrici-modulatrici.

Le moderne valvole a cinque o sei griglie, nonchè i triodi-esodi, consentono di ottenere la produzione delle oscillazioni a radiofrequenza nonchè la necessaria tensione di modulazione a frequenza fonica senza dover ricorrere a due valvole separate. Nel caso di un ottodo, esso può venir diviso in due parti, aventi in comune la placca ed il catodo. Una di queste sezioni, generalmente quella costituita dalla griglia più vicina al catodo e della griglia seguente (griglia anodica), è usata per la *generazione di oscillazioni a radiofrequenza*. L'altra parte è separata dalla prima da una griglia schermo, ed è costituita da una griglia controllo (la quarta) e da una griglia schermo (la quinta). Segue la griglia catodica (la sesta). Ne risulta che la generazione delle oscillazioni a radiofrequenza è affidata ad un triodo, di cui la placca è la seconda griglia. La sezione triodo e la sezione pentodo hanno in comune la sola corrente elettronica, la quale giunge alla sezione pentodo come se fosse stata emessa da un catodo virtuale, in grado di oscillare alla frequenza desiderata.

GENERATORE DI SEGNALI CON OTTODO.

La figura 209 indica un esempio pratico di ottodo usato in generatore di segnali, e che provvede sia alla generazione della radiofrequenza sia a quella della frequenza fonica. La griglia controllo del triodo oscillatore è collegata, attraverso un condensatore di griglia di 100 pF, al circuito oscillatorio L_2 C, il quale è accoppiato al circuito di placca del triodo mediante l'avvolgimento L_1.

La griglia controllo del pentodo modulatore è collegata, attraverso il condensatore di griglia da 2000 pF, al circuito oscillatorio a frequenza fonica, costituito da un'impedenza con presa e da uno dei tre condensatori fissi di 100 pF, 500 pF e 1000 pF.

La griglia schermo che separa nettamente le due parti dell'ottodo è provvista di una tensione positiva determinata

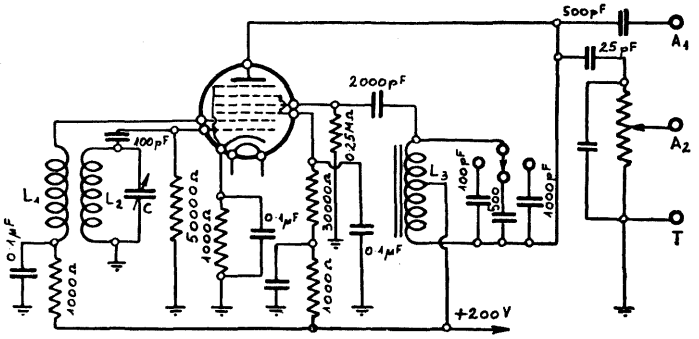


Fig. 209. - Schema di generatore di segnali. L'ottodo provvede sia alla produzione di radiofrequenza sia a quella di frequenza fonica.

dalle due resistenze di 1000 e di 30 000 ohm. Per offrire una facile eliminazione alle traccie di radiofrequenza sono presenti due condensatori da 0,1 μF.

GENERATORI DI SEGNALI CON EPTODO.

La figura 210 illustra un secondo esempio di valvola oscillatrice. In questo caso è usato un eptodo, e la sola differenza consiste nel fatto che la parte modulatrice è costituita da un esodo anzichè da un pentodo. Anche in questo esempio la parte triodo è usata per la generazione delle oscillazioni a radiofrequenza, mentre la parte pentodo è usata per la produzione della frequenza fonica. Nello schema si può notare la presenza di una sezione filtrante costituita da

una impedenza e da due condensatori elettrolitici di 8 μF. È stata omessa, per semplicità, la valvola raddrizzatrice 80 e il relativo trasformatore di alimentazione. Il generatore di segnali è quindi completamente alimentato in alternata.

Il circuito a frequenza fonica è costituito da un'impedenza a nucleo di ferro con la presa al centro. I tre condensatori fissi in parallelo possono diventare, all'atto pratico,

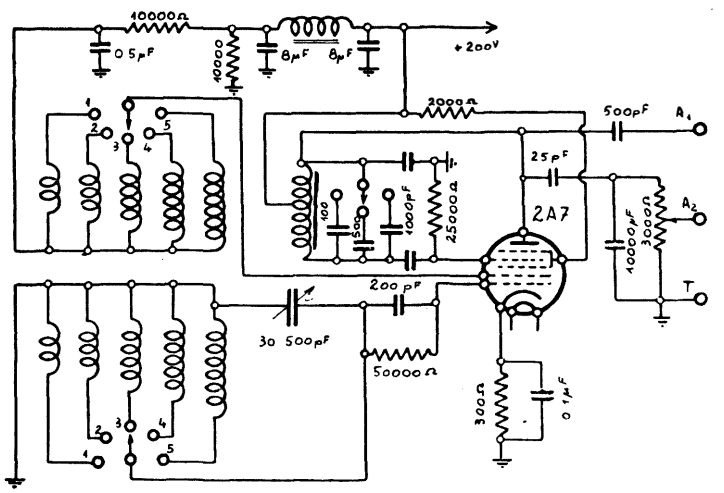


Fig. 210. - Esempio di generatore di segnali provvisto di eptodo.

più numerosi (ad es. dodici), di capacità intermedie alle segnate, e inseribili uno per volta con un commutatore rotante.

Il condensatore variabile ha capacità massima di 500 pF e capacità residua di 30 pF, a variazione lineare di lunghezza d'onda (Ducati mod. 201.1). Nello schema sono indicate 5 gamme di frequenza. Data la capacità del condensatore, e tenuto conto che la capacità va aumentata di 20 pF per capacità nel commutatore d'onda, zoccolo di valvola,

collegamenti, ecc., la gamma totale può andare da 12 a 3600 metri.

Le caratteristiche delle bobine sono le seguenti:

Induttanza n. 1:

0,7 μH	da 12 a 36 metri
lunghezza . . .	38 mm
diametro	13 mm
spire	14
filo	0,8 smaltato

Bobina di placca: 5 spire, filo 0,23 in seta, avvolte fra le spire del primario, partendo da massa e nello stesso senso.

Induttanza n. 2:

7 μH	da 35 a 125 metri
lunghezza . . .	45 mm
diametro	13 mm
spire	40
filo	0,6 smaltato

Bobina di placca: 14 spire, filo e avvolgimento come per la precedente.

Induttanza n. 3:

78 μH	da 120 a 385 metri
spire	67
filo	0,25 uno strato seta

Bobina di placca: 20 spire.

Le bobine vanno avvolte a nido d'api, su supporto di diametro interno di 13 mm. Spessore della bobina: 6 mm. Passo: 11 spire (ossia la sovrapposizione di 12 spire avviene soltanto ogni 11 spire).

Induttanza n. 4:

680 μH	da 355 a 1150 metri
spire	195
filo	0,23 uno strato seta

Bobina di placca: 60 spire.

Induttanza n. 5:

6,7 μH	da 1100 a 3600 metri
spire	550
filo	0,23 uno strato seta

Bobina di placca: 150 spire.

La schermatura deve essere accurata. Quella dell'alimentatore va separata ed isolata dallo schermo generale del generatore. Separata deve essere pure la schermatura del circuito a frequenza fonica e dell'attenuatore. (Per la schermatura si veda anche il par. seguente).

L'alta frequenza modulata si ottiene fra A_1 (tensione massima) o tra A_2 (tensione regolabile) e T, ossia massa. L'alta frequenza non modulata si ottiene nello stesso modo, cortocircuitando l'avvolgimento del circuito a frequenza fonica, come segnato nello schema. Ai capi di tale avvolgimento si ottiene la sola tensione a frequenza fonica.

89. Generatori di segnali ad automodulazione.

I generatori di segnali descritti presumevano l'esistenza di un modulatore, ossia erano costituiti o da due valvole, una oscillatrice a radiofrequenza ed una modulatrice a frequenza fonica, o da una valvola sola capace di provvedere a queste due differenti mansioni. È però possibile che la stessa valvola oscillatrice a radiofrequenza provveda alla modulazione, e ciò avviene nei generatori di segnali più modesti, nei quali è usato un triodo od un pentodo per la produzione delle oscillazioni senza che vi sia traccia di modulatore. Si tratta dei generatori di segnali ad automodulazione. L'automodulazione è ottenuta semplicemente elevando il valore della resistenza e del condensatore di griglia.

Gli schemi di oscillatori indicati nelle figure 197, 198 e 199 possono essere senza o con automodulazione, a seconda del valore della resistenza R e del condensatore C_2. Quando non è usata l'automodulazione, il valore di R è dell'ordine di 50 000 ohm e quello del condensatore C_2 è del-

l'ordine di 100 pF. Quando invece è richiesta l'automodulazione il valore di *R* può variare da 500 000 ohm a 5 megaohm, mentre il valore C_2 è dell'ordine di 250 pF. La resistenza *R* può essere variabile, in tal caso essa provvede a variare la frequenza di modulazione.

Si osservino i valori della resistenza di griglia e del condensatore di griglia della valvola oscillatrice con modulazione separata di figura 207 e quindi quelli della valvola oscillatrice ad automodulazione di figura 211.

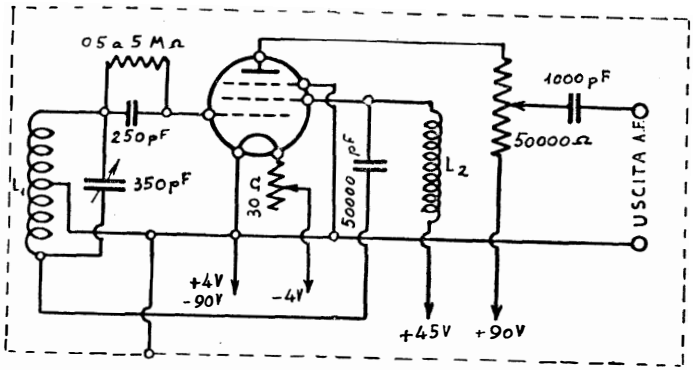


Fig. 211. - Generatore di segnali ad automodulazione.

Per effetto di valori elevati della resistenza e del condensatore di griglia, l'oscillazione della valvola viene ritmicamente interrotta, e il ritmo è determinato da tali valori. Data la maggiore capacità del condensatore, il tempo di carica e di scarica è elevato, e ciò disturba il funzionamento della valvola oscillatrice, tanto da paralizzarne ritmicamente il funzionamento. Nel caso di condensatore a bassa capacità, la carica e scarica avviene egualmente ma non riesce a paralizzare il funzionamento dell'oscillatrice, non essendo a tale scopo sufficiente la tensione negativa applicata alla griglia, e dovuta alla carica, tale da bloccare il funzionamento della valvola.

90. Esempio di semplice generatore di segnali, ad una sola valvola.

Uno dei più semplici generatori di segnali può venir realizzato con lo schema di figura 211. Si tratta di un oscillatore Hartley, ad una sola valvola, con automodulazione, alimentato con batterie, ed adatto per una sola gamma di frequenze, ma che potrebbe essere provvisto di bobine intercambiabili e quindi coprire qualsiasi gamma d'onda compresa tra 100 kHz e 22 000 kHz. Qualora il generatore sia provvisto di bobine fisse, per le altre gamme si potranno utilizzare le sue armoniche, come detto nel par. 91.

La valvola è un pentodo per alta frequenza alimentabile con batterie. Il condensatore variabile è di tipo normale, da 350 pF. La modulazione è ottenuta con un condensatore fisso a mica di 250 pF ed una resistenza variabile da 0,5 a 5 megaohm. Tale resistenza variabile consente un'ampia variazione della frequenza fonica, però può essere sostituita con una fissa qualora sia sufficiente una sola frequenza fonica. Dal valore di questa resistenza fissa dipende il tono della modulazione. È possibile usare più resistenze fisse ed un inseritore.

L'attenuatore è costituito semplicemente da una resistenza variabile di 50 000 ohm. Essa potrebbe essere posta in derivazione con una resistenza fissa di 500 ohm ed un interruttore, in modo da poterla includere o escludere. La resistenza fissa potrebbe essere utile per la variazione della tensione a radiofrequenza verso il limite inferiore (B fig. 212).

Un reostato di 30 ohm serve per variare l'accensione della valvola.

L'avvolgimento va fatto su supporto a basse perdite, del diametro di 30 mm, e va verniciato con ipertrolitul liquido una volta ultimato. Le spire necessarie per ciascuna gamma sono le seguenti.

Gamma in kHz	N. delle spire totali	N. delle spire di placca	Filo
120—350	450	150	0,2 mm smaltato
350—1000	210	70	0,2 mm smaltato
1000—3000	40	12	0,2 mm smaltato
3000—8500	15	4,5	1 mm smaltato
8500—22000	5	1,5	2 mm smaltato

L'avvolgimento per la gamma da 120 a 350 kHz va avvolto a matassa. Gli altri avvolgimenti sono cilindrici, con spire unite per le due prime gamme, e con spire spaziate per le altre due.

L'oscillatore deve essere contenuto entro una custodia metallica, che ne costituisce lo schermo. Il condensatore variabile deve essere posto circa al centro della custodia e collegato alla manopola esterna mediante un albero di materiale isolante, in modo da evitare l'*effetto della mano*, ossia la variazione della frequenza naturale dell'oscillatore per effetto della capacità dovuta all'avvicinamento della mano. La presa dell'avvolgimento, un capo del filamento ed uno dei morsetti dell'uscita a.f., sono collegati allo schermo. È bene che la presa allo schermo sia unica. In tal modo si determina un unico punto di massa dell'intero complesso. Occorre evitare che i collegamenti siano lunghi. Lo schermo deve essere di alluminio o di rame, e deve essere quanto più accurato è possibile.

91. Produzione di armoniche.

Se un generatore di segnali è collegato ad un ricevitore e se la frequenza dei segnali trasferiti all'entrata del ricevitore è di 500 kHz, essi vengono intesi anche quando il ricevitore è accordato a 1000 kHz, a 1500 kHz, a 2000 kHz, ecc. La deviazione maggiore del misuratore di uscita si

otterrà quando il ricevitore sarà accordato alla frequenza principale, o *fondamentale*. Le deviazioni corrispondenti alle altre frequenze diminuiranno man mano che ci si allontanerà dalla frequenza fondamentale.

Le frequenze superiori e multiple della fondamentale vengono dette *armoniche*. Esse hanno una notevole importanza nell'uso dei generatori di segnali e possono rappresentare uno svantaggio, in quanto possono trarre in inganno, accordando il ricevitore su un'armonica del generatore anzichè sulla fondamentale, oppure un vantaggio, qualora il generatore di segnali non possa fornire frequenze fondamentali sufficientemente elevate. In tal caso le armoniche sostituiscono la fondamentale mancante. Generalmente le armoniche sono uno svantaggio per i generatori di segnali a vastissima gamma di frequenza, ed utili solo per i generatori di segnali economici, con una sola gamma di frequenze fondamentali.

Nel caso di un generatore di segnali che possieda bobine fisse, e che possa generare frequenze fondamentali comprese nella sola gamma da 250 kHz a 700 kHz, si possono utilizzare tutte le sue armoniche, dalla seconda alla quinta, estendendo in tal modo la gamma da 250 sino a 3500 kHz, come segue:

Fondamentale	2ª armonica	3ª armonica	4ª armonica	5ª armonica
250	500	750	1000	1250
700	1400	2100	2800	3500

La produzione di frequenze armoniche dipende dal fatto che la valvola che genera le oscillazioni a frequenza fondamentale, e determinata dalla frequenza del circuito oscillatorio con il quale è accoppiata, provvede anche alla parziale rivelazione di tali oscillazioni. Ne risulta una certa di-

storsione della forma puramente sinusoidale della oscillazione. Il fenomeno di rivelazione dipende dalla tensione di polarizzazione applicata alla valvola oscillatrice. Se le armoniche non interessano, è necessario che la valvola funzioni nel solo tratto rettilineo della sua caratteristica, ossia esclusivamente da amplificatrice. (La produzione di oscillazioni è una conseguenza dell'amplificazione). Se invece le armoniche interessano, è necessario che la valvola funzioni anche da rivelatrice. Con elevate tensioni di placca e corrispondentemente elevate tensioni di polarizzazione la produzione delle frequenze armoniche può risultare molto forte.

Per quanto riguarda la modulazione, la frequenza di modulazione della fondamentale rimane costante per tutte le frequenze armoniche. Così, mentre la frequenza della seconda armonica è il doppio della frequenza fondamentale, la frequenza di modulazione è la stessa. Se la frequenza fondamentale di 250 kHz è modulata a 600 Hz, la sua quinta armonica sarà a 1250 Hz, ma la frequenza di modulazione sarà rimasta quella di 600 Hz.

92. L'attenuazione del segnale.

Il dispositivo che ha il compito di variare l'intensità dei segnali all'uscita del generatore è detto *attenuatore*. All'entrata dell'attenuatore sono presenti tensioni dell'ordine di qualche decimo di volt, mentre all'uscita occorre che tale tensione possa passare da qualche decimo di volt a qualche microvolt. Ottenere un'attenuazione tanto considerevole, ossia poter ottenere dei rapporti tanto elevati tra la tensione disponibile all'entrata e quella disponibile all'uscita, è indispensabile data la presenza del regolatore automatico di sensibilità (ras o cav) negli apparecchi radio. È necessario, infatti, che l'allineamento degli stadi a frequenza alta o intermedia venga fatto con ridottissime tensioni del segnale applicato all'ingresso dei ricevitori, in modo da evitare il funzionamento del regolatore automatico.

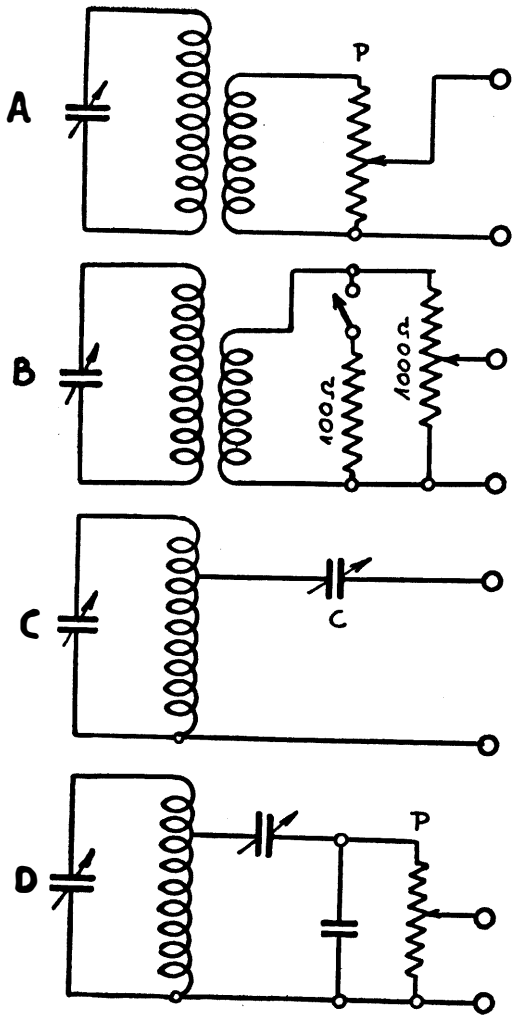


Fig. 212. - Esempi di attenuatori per generatori di segnali.

ESEMPI DI ATTENUATORI.

La figura 212 indica alcuni esempi di attenuatori. In *A* è illustrato il caso più semplice, in cui l'attenuatore è costituito da un potenziometro di circa 1000 ohm. In *B* oltre al potenziometro è presente una resistenza fissa ed un interruttore. La resistenza è di 100 ohm. L'interruttore viene chiuso quando all'uscita i segnali devono essere deboli.

Un esempio di attenuatore costituito semplicemente da un condensatore variabile C della capacità di qualche picofarad sino a 25 o 30 pF, è indicato in C, mentre in *D* è illustrato lo stesso esempio completato dal potenziometro di cui le figure precedenti.

ATTENUATORI SCHERMATI.

Per poter disporre di segnali assai ridotti, dell'ordine di qualche microvolt, è necessario che l'attenuatore sia separatamente ed accuratamente schermato, in modo da essere sottratto all'influenza dell'oscillatore, il quale, a sua volta,

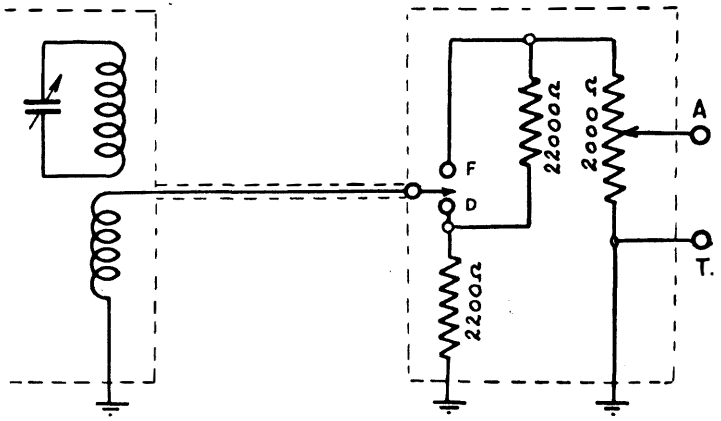


Fig. 213. - Attenuatore (a destra) con schermatura separata, per forti rapporti di attenuazione.

deve essere pure schermato. La schermatura deve essere tale che il campo esterno al generatore non superi 0,1 μV. Occorre considerare sia la schermatura esterna che la schermatura interna, e quindi l'accurata scelta della posizione interna degli organi componenti. Può avvenire che lo stesso schermo, specie se usato quale conduttore comune, possa provvedere all'accoppiamento dei circuiti che devono rimanere disaccoppiati. Specie in prossimità di intensi campi elettrici o magnetici, gli schermi possono essere percorsi da intense correnti indotte, che provocano altre correnti si-

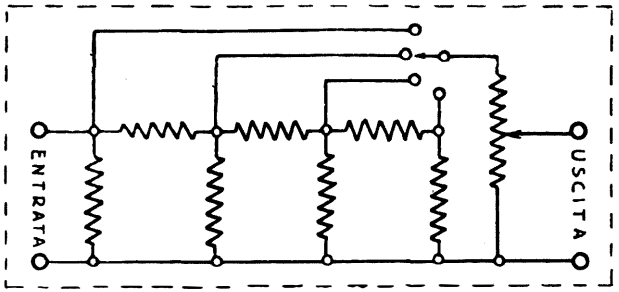


Fig. 214. - Esempio di attenuatore a quattro portate.

mili negli schemi vicini. È quindi opportuno che i varii organi componenti il generatore di segnali siano schermati singolarmente, e che gli schemi relativi siano isolati dallo schermo esterno complessivo. Solo così si può evitare che il campo esterno al generatore risulti ridotto a valore trascurabile. Gli schermi devono essere di alluminio o di rame.

La figura 213 indica il caso di un attenuatore schermato separatamente, come è realizzato in pratica in un generatore di segnali. Quando l'interruttore è nella posizione *F* si ottengono all'esterno segnali forti; quando invece è nella posizione *D* si ottengono segnali deboli.

Un altro esempio di attenuatore molto usato in pratica è

indicato dalla figura 214. Tutte le resistenze componenti sono di valore basso, di qualche decina di ohm. Il commutatore serve per determinare ai capi del potenziometro d'uscita, di

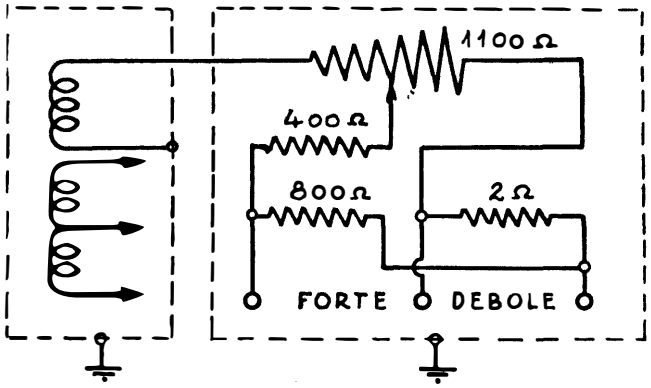


Fig. 215. - Attenuatore usato nel generatore di segnali Weston mod. 694.

due soli ohm, quattro diverse tensioni a radiofrequenza. La figura 215 illustra l'attenuatore usato nell'oscillatore Weston mod. 694.

ATTENUATORI A IMPEDENZA COSTANTE.

Un buon attenuatore non deve variare le condizioni di carico dell'oscillatore, e quindi non deve determinare alcuna variazione della frequenza. Ciò avviene soltanto quando l'attenuatore è del tipo *a impedenza costante* nel quale più resistenze variabili sono regolate in modo che la variazione di una di esse venga compensata, per quanto riguarda il carico, dalle altre, in modo che l'impedenza complessiva risulti costante.

La figura 216 indica un attenuatore costituito da tre resistenze variabili regolate da un unico comando. A ciascuna

variazione di R_1 corrisponde una variazione in valore opposto di R_2 sicchè l'impedenza all'entrata dell'attenuatore rimane costante.

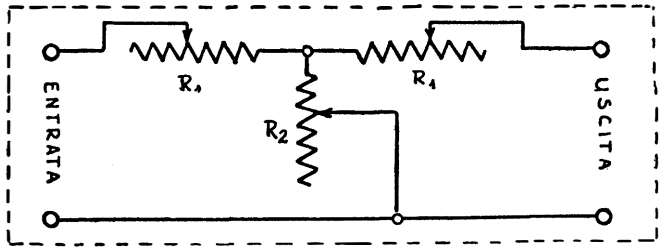


Fig. 216. - Attenuatore ad impedenza costante

93. Esempio di generatore di segnali a tre valvole.

Lo schema di generatore di segnali a tre valvole, di cui una raddrizzatrice di tensione, adatto per frequenze comprese fra 100 kHz e 20 MHz (da 3000 m a 15 m) è indicato dalla figura 217. L'oscillatrice è costituita da un pentodo; la modulatrice da un triodo. La tensione a frequenza fonica viene applicata al circuito di griglia di soppressione, per cui risulta un accoppiamento elettronico tra i circuiti a radiofrequenza e quelli a frequenza fonica. Questo metodo consente di ottenere la costanza della percentuale di modulazione per quasi tutta la gamma di frequenze. Inoltre in tal modo la costruzione del generatore di segnali risulta semplificata in quanto non sono più necessarie la bobina d'arresto ad a. f. e l'impedenza a b. f.

Sebbene gli avvolgimenti corrispondano a tre gamme d'onda, in realtà le gamme sono quattro, e precisamente: da 6 MHz a 20 MHz, da 550 kHz a 1800 kHz, da 250 kHz a 550 kHz e da 100 kHz a 350 kHz. La gamma da 250 kHz a 550 kHz è ottenuta approfittando dell'avvolgimento della

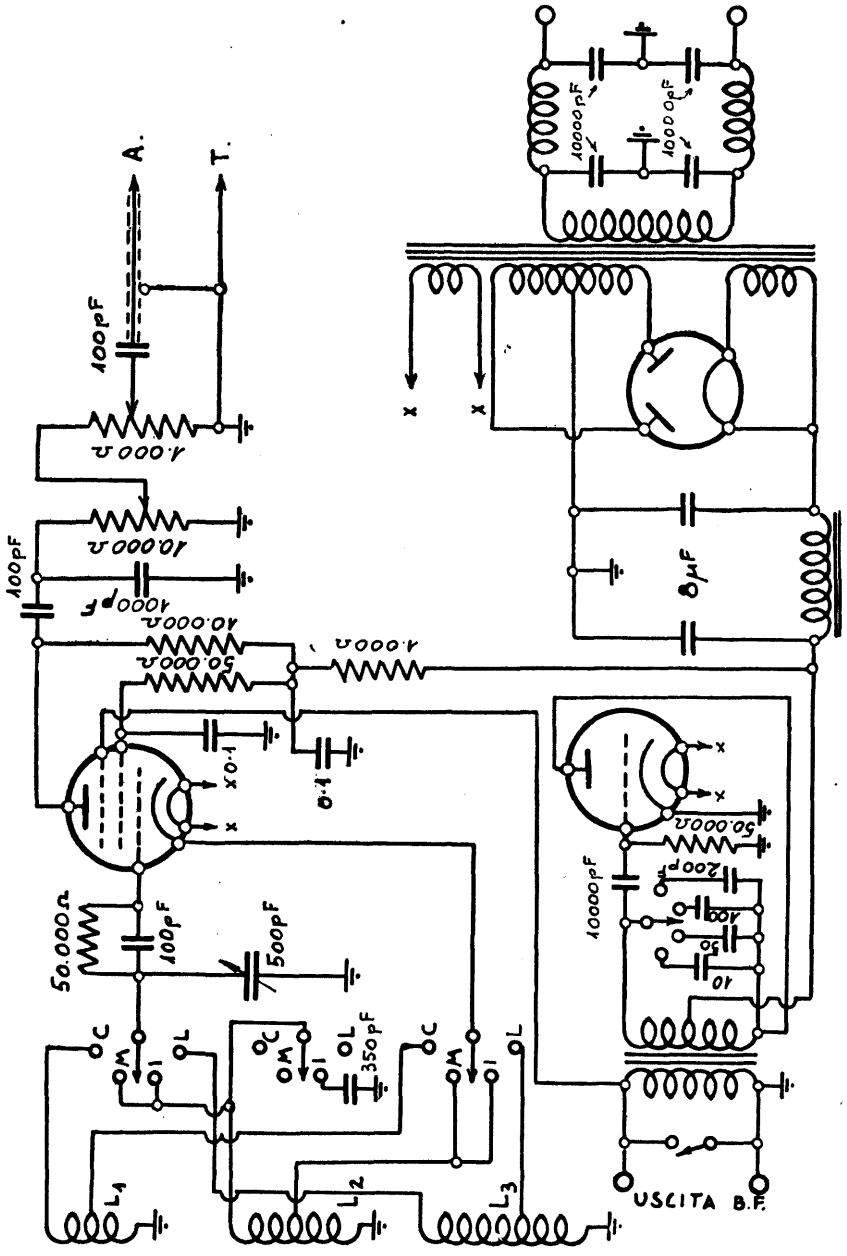


Fig. 217. - Schema di generatore di segnali di cui è descritta la costruzione.

gamma precedente, ossia quella da 550 kHz a 1800 kHz, e disponendo in parallelo al condensatore variabile un condensatore fisso di 350 pF a mica.

Il passaggio da una gamma all'altra è ottenuto con un commutatore rotante a tre sezioni ed a quattro vie.

La parte modulatrice è costituita dal triodo, dal trasformatore b. f. provvisto di secondario con presa al centro, e di quattro condensatori fissi, inseribili uno per volta a mezzo di un commutatore. La capacità dei quattro condensatori può essere diversa da quella indicata a seconda dell'induttanza del secondario. I quattro valori indicati sono però quelli che in pratica si prestano meglio per la maggioranza dei trasformatori di b. f., determinando quattro gradevoli frequenze foniche.

La frequenza fonica può venir prelevata ai capi del primario del trasformatore. Cortocircuitando il primario viene eliminata la modulazione e si può ottenere la tensione a radiofrequenza senza modulazione. Un interruttore provvede al passaggio della tensione a radiofrequenza con o senza modulazione.

Desiderando disporre di un regolatore della percentuale di modulazione, basta sistemare in parallelo al primario del trasformatore un potenziometro di 10 000 ohm.

L'attenuatore è costituito da un condensatore fisso di 100 pF, e da due potenziometri, disposti in cascata, di cui il primo di 10 000 ohm con in parallelo un condensatore di 1000 pF, ed il secondo di 1000 ohm. Il collegamento tra il cursore del secondo potenziometro e la presa di antenna del ricevitore è ottenuto attraverso un secondo condensatore di 100 pF. È evidente che l'attenuatore può venir realizzato anche in numerosi altri modi, a seconda delle necessità. In ogni caso deve essere accuratamente schermato da tutto il resto del generatore.

Per quanto la schermatura debba essere integrale ed accurata, ed i varii stadi debbano essere singolarmente schermati rispetto lo schermo generale, pur tuttavia è necessario

che all'entrata del trasformatore di alimentazione sia inserito un filtro costituito da due impedenze a. f. e da quattro condensatori, per evitare che traccie di tensione a radiofrequenza possano venir trasferite lungo la rete-luce.

LE BOBINE NECESSARIE.

I particolari dei tre avvolgimenti sono:

Avvolgimento	Spire totali	Spire catodo	Filo
L_1	10	3	1 mm smaltato
L_2	95	32	0,2 mm uno seta
L_3	450	150	0,2 mm uno seta

Il primo avvolgimento è cilindrico a spire spaziate. Gli altri due sono a nido d'api, spessore della bobina 6 mm, passo 12/11. Il supporto è di 15 mm per tutti e tre gli avvolgimenti. È necessario uno strato di vernice ipertrolitul.

SECONDO ESEMPIO DI GENERATORI DI SEGNALI.

Lo stesso generatore di segnali si può realizzare anche in modo diverso, secondo lo schema di figura 218. Anche in tal caso la produzione delle oscillazioni a radiofrequenza è affidata ad un pentodo, mentre la frequenza fonica è ottenuta con secondo pentodo usato da triodo.

La tensione a frequenza fonica fornita dal modulatore viene applicata alla griglia di soppressione, come nell'esempio precedente. La percentuale di modulazione può venir regolata mediante il regolatore P_1 posto in parallelo al primario.

Le quattro gamme di frequenza sono ottenute con altrettanti avvolgimenti. Gli avvolgimenti non usati risultano cortocircuitati, allo scopo di evitare che possano determinare assorbimenti e creare dei « buchi » o zone della gamma in

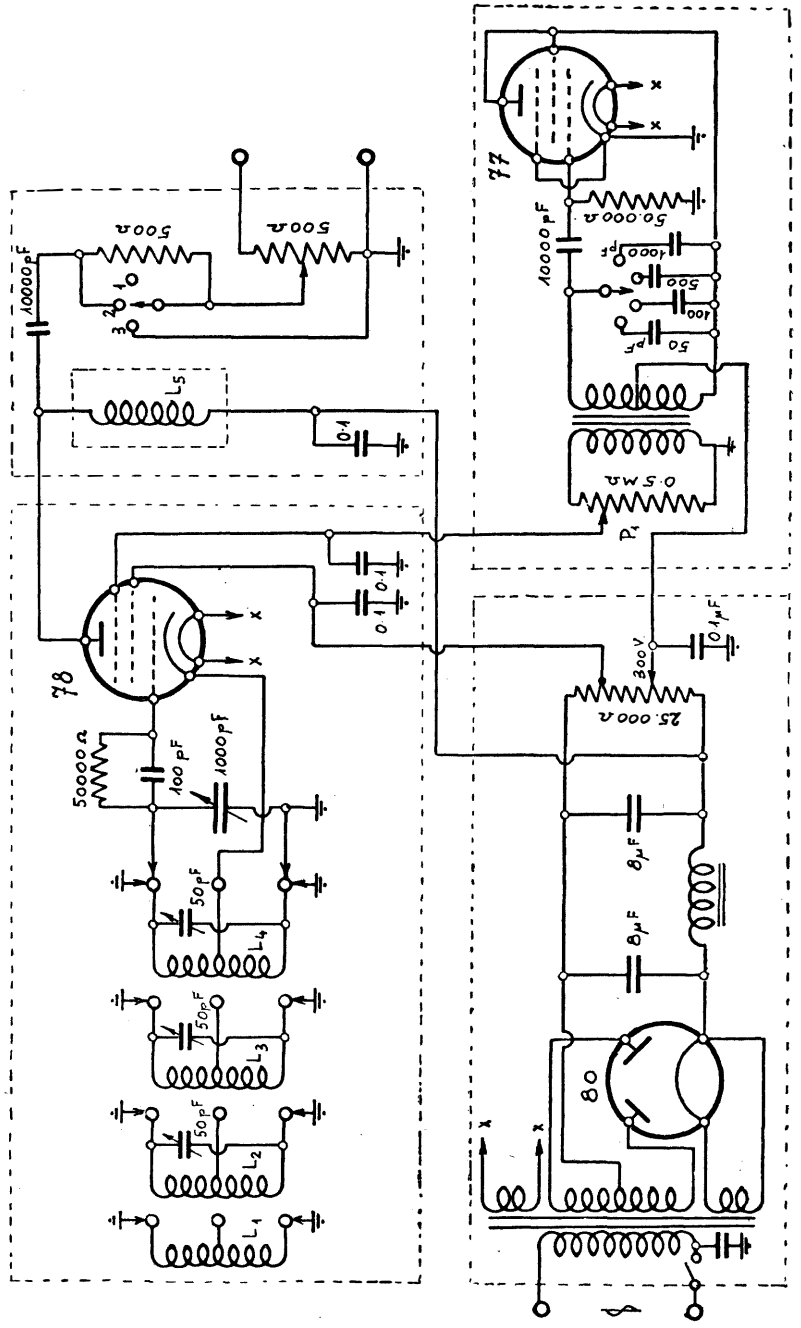


Fig. 218. - Generatore di segnali con pentodo oscillatore a radiofrequenza e pentodo usato quale triodo modulatore.

cui il pentodo cessi di oscillare. Per ottenere la realizzazione migliore, le quattro bobine dovrebbero venir sistemate ad angolo retto nell'interno di un tamburo rotante, come in figura 219, comandato dal commutatore di gamma. Benchè questa realizzazione sia più laboriosa, essa consente di ottenere i migliori risultati.

Ad eccezione dell'avvolgimento per la più bassa gamma

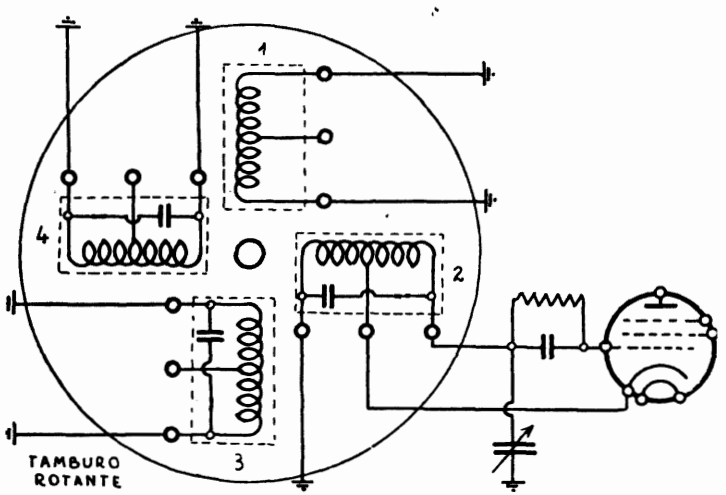


Fig. 219. - Le bobine del generatore di segnali di fig. 218 sono contenute entro tamburo rotante.

di frequenze, gli altri tre sono provvisti di un compensatore. Il condensatore variabile è di 1000 pF.

L'attenuatore consiste di un potenziometro di 500 ohm e di una resistenza fissa dello stesso valore. Un commutatore a tre vię consente di passare dalla bassa resa d'uscita (1) all'alta resa d'uscita (2) e da questa alla posizione di cortocircuito (3). Quest'ultima posizione è utile quando l'oscillatore viene collegato direttamente alle prese antenna e terra dei ricevitori molto sensibili.

Caratteristica è la utilizzazione del pentodo modulatore. Utilizzando un pentodo per alta frequenza ed a pendenza fissa quale triodo oscillatore a frequenza fonica si ottiene il vantaggio derivante dall'alto coefficiente di amplificazione e dalla bassa resistenza interna. Adatti a tale uso sono i pentodi 57 e 77, nonchè i pentodi simili di tipo europeo.

I dati relativi alle quattro bobine sono i seguenti:

Avvolgimento	Spire totali	Spire catodo	Filo
L_1 (da 18 a 30 MHz)	3	1	2 mm smaltato
L_2 (da 6 a 18 MHz)	7	3	1 mm smaltato
L_3 (da 2 a 6 MHz)	24	8	0,23 doppio cotone
L_3 (da 0,45 a 2 MHz)	125	45	0,1 doppia seta

94. Taratura del generatore di segnali.

Il sistema più semplice per tarare un generatore di segnali è quello di far interferire i segnali da esso prodotti con le emissioni di un certo numero di stazioni radio. La frequenza di tali emissioni è tanto esattamente stabilita ed invariabile da poter essere paragonata a quella dei segnali dei migliori generatori campione. La taratura di un generatore di segnali può essere effettuata in modo praticamente perfetto con tale sistema.

QUADRANTI PER GENERATORI DI SEGNALI.

Le scale dei quadranti dei generatori di segnali vanno generalmente da 0 a 100° o da 0 a 180°. Per ottenere una maggior precisione è molto utile il nonio. Vi possono anche essere segnate le frequenze in kHz o in MHz. In ogni caso occorre la curva di taratura per ciascuna gamma di frequenze, in modo da poter ottenere dei segnali a frequenza

precisa. Le indicazioni in kHz o in MHz possono invece consentire di ottenere segnali a frequenza non precisa, pur essendo utili per il rapido uso del generatore.

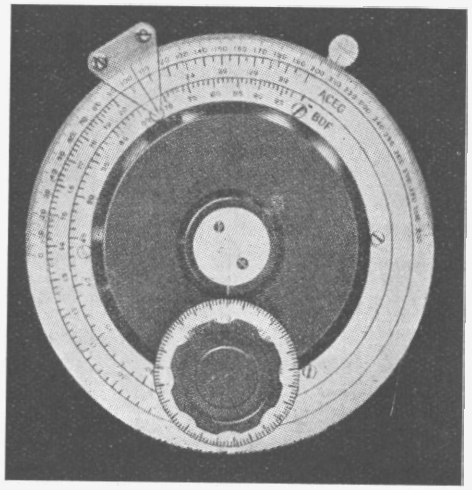


Fig. 220. - Esempio di quadrante con nonio per generatori di segnali.

Uno dei migliori quadranti adatti per generatori di segnali è quello indicato dalla figura 220.

PER OTTENERE LA CURVA DI TARATURA.

Il generatore di segnali da tarare va usato insieme con un ricevitore come indica la figura 221. L'accoppiamento è ottenuto mediante tre o quattro spire avvolte intorno alla discesa di antenna di cui è provvisto il ricevitore. Solo per la gamma delle onde corte è necessario che tali spire siano da dieci a dodici. Per ciascuna gamma di frequenza del generatore occorre identificare un certo numero di emittenti, sufficiente per poter tracciare la curva di taratura corrispondente a ciascuna gamma. A tale scopo basta accordare il ricevitore sulle varie emittenti e quindi portare alla stessa frequenza il generatore di segnali. Si ottiene l'interferenza tra i segnali in arrivo e quelli generati con conseguente fischio nonchè deviazione dell'indice del misuratore d'uscita.

È necessario che siano evitate interferenze con le oscillazioni prodotte dal ricevitore stesso, ed è bene, ove sia possibile, usare un ricevitore ad amplificazione diretta, oppure una supereterodina con uno o due stadi di alta frequenza,

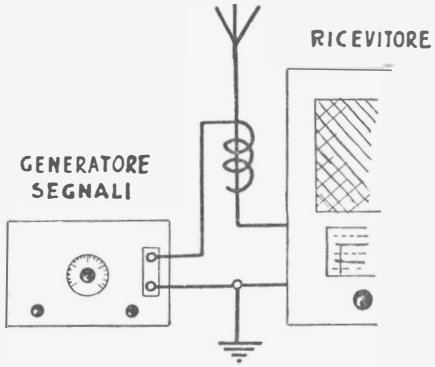


Fig. 221. - Il generatore di segnali può venir tarato accoppiandolo ad un radioricevitore.

ed accuratamente schermata. In mancanza, si potrà usare una supereterodina senza amplificazione in alta frequenza. In tal caso quando la frequenza del generatore di segnali sarà prossima a quella dell'amplificatore a frequenza intermedia si sentiranno dei fischi su tutte le emittenti in ascolto. Occorrerà superare questa zona e provvedere alla curva mediante interpolazione.

TARATURA CON LE ARMONICHE.

Notevole importanza hanno le armoniche. Non è necessario che la taratura sia effettuata unicamente sulla frequenza

fondamentale dei segnali prodotti dal generatore, ma può essere fatta con le sue armoniche. In tal caso però occorre usare un metodo diverso, eliminando la presenza dei se-

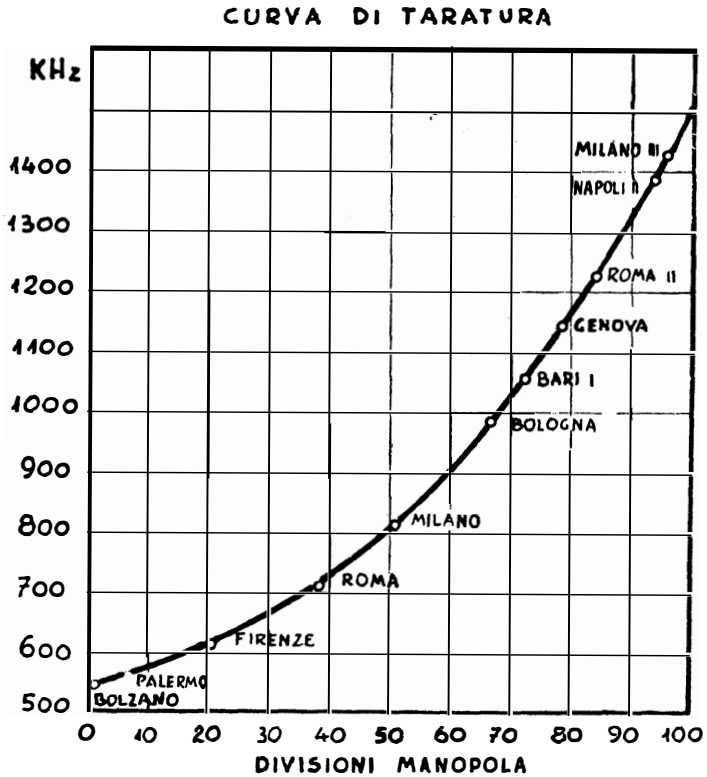


Fig. 222. - Esempio di curva di taratura di generatore di segnali.

gnali dovuti ad emittenti radio. Il generatore di segnali va collegato all'apparecchio ricevitore, ossia la presa di antenna del generatore con la presa di antenna del ricevitore, e la

presa di terra del generatore con la presa di terra del ricevitore. Va lasciato collegato il conduttore che collega il ricevitore a terra, mentre va staccata la discesa d'antenna. In tal caso è il generatore che fornisce al ricevitore i segnali in arrivo, sui quali il ricevitore può venir accordato. La frequenza dei segnali dovuti al generatore è indicata dal ricevitore, il quale dovrà essere stato tarato sulle emittenti radio, in modo da poter fornire delle indicazioni precise.

Si potranno in tal modo utilizzare le armoniche. Sapendo, ad esempio che il generatore di segnali è accordato approssimativamente intorno a 100/120 kHz, se il segnale sarà inteso a 550 kHz, risulterà evidente che si tratta della quinta armonica del segnale a 110 kHz, ossia 550 : 5, ed il generatore potrà venire tarato a tale frequenza.

CAPITOLO TREDICESIMO

L'OSCILLATORE MODULATO

95. Oscillatore modulato Pontremoli modello E. P. 1.

Due triodi ad accensione diretta tipo 30 provvedono alla generazione di oscillazioni a radiofrequenza ed a quella della frequenza fonica. Sono alimentate con due batterie di pile a secco, una di 22 volt per la tensione anodica, l'altra di 4,5 volt per l'accensione. Può coprire, in sei gamme d'onda, il campo di frequenze da 100 a 15 000 kHz. La modulazione è ottenuta con frequenza fonica di 400 Hz.

Lo schema elettrico è indicato dalla fig. 223. L'aspetto esterno è riportato dalla fig. 224. I comandi sono tre: al centro quello di sintonia, con manopola provvista di demoltiplica a nonio per la lettura dei decimi di graduazione; a sinistra vi è il comando del commutatore di gamma; a destra vi è invece il comando dell'attenuatore. Sopra quest'ultimo comando sono collocati i morsetti di presa per l'oscillazione a radiofrequenza, e sotto, quelli per la tensione a frequenza fonica.

96. Oscillatore modulato Pontremoli modello E. P. 202.

Si tratta di oscillatore modulato alimentato in alternata, per cui la valvola oscillatrice è un triodo 6C5G. La modula-

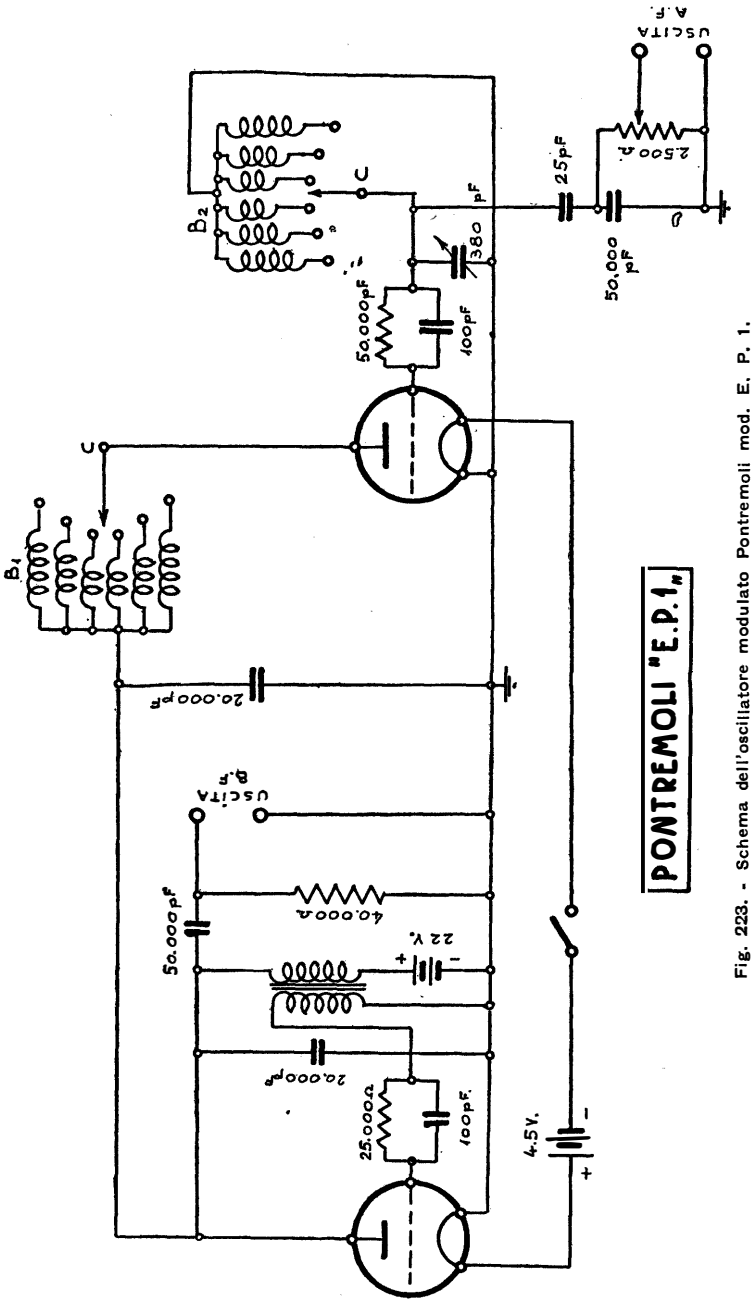


Fig. 223. - Schema dell'oscillatore modulato Pontremoli mod. E. P. 1.

trice a bassa frequenza è pure un triodo dello stesso tipo. La raddrizzatrice biplacca a riscaldamento indiretto è una 6X5GT. Il campo di frequenze va da 100 kHz a 28 MHz, ed è suddiviso in sei gamme. La modulazione è ottenuta con frequenza fonica a 400 Hz, con profondità del 50 %, in modo da consentire l'allineamento di circuiti notevolmente fuori taratura. L'attenuatore è del tipo a impedenza costante, come si può notare dallo schema di fig. 225. È ottenuto con

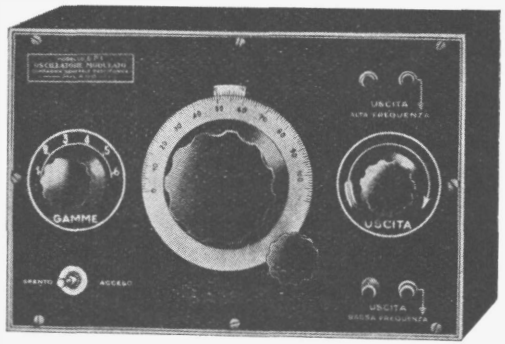


Fig. 224. - Oscillatore modulato Pontremoli mod. E. P. 1

doppio comando su 3 graduazioni, ed un complesso di resistenze che mantiene costante l'impedenza di 100 ohm per ciascuna di esse. Mediante l'impiego di doppie schermature, e la suddivisione in tre parti distinte dell'oscillatore modulato: la parte oscillatrice, l'attenuatore, e l'alimentatore, nonchè mediante due condensatori di fuga all'entrata del trasformatore di alimentazione, risulta evitato l'inconveniente di far pervenire al ricevitore i segnali a radiofrequenza se non tramite l'attenuatore, evitando accoppiamenti attraverso la rete luce o elettrostatici. L'aspetto esterno è indicato dalla fig. 226.

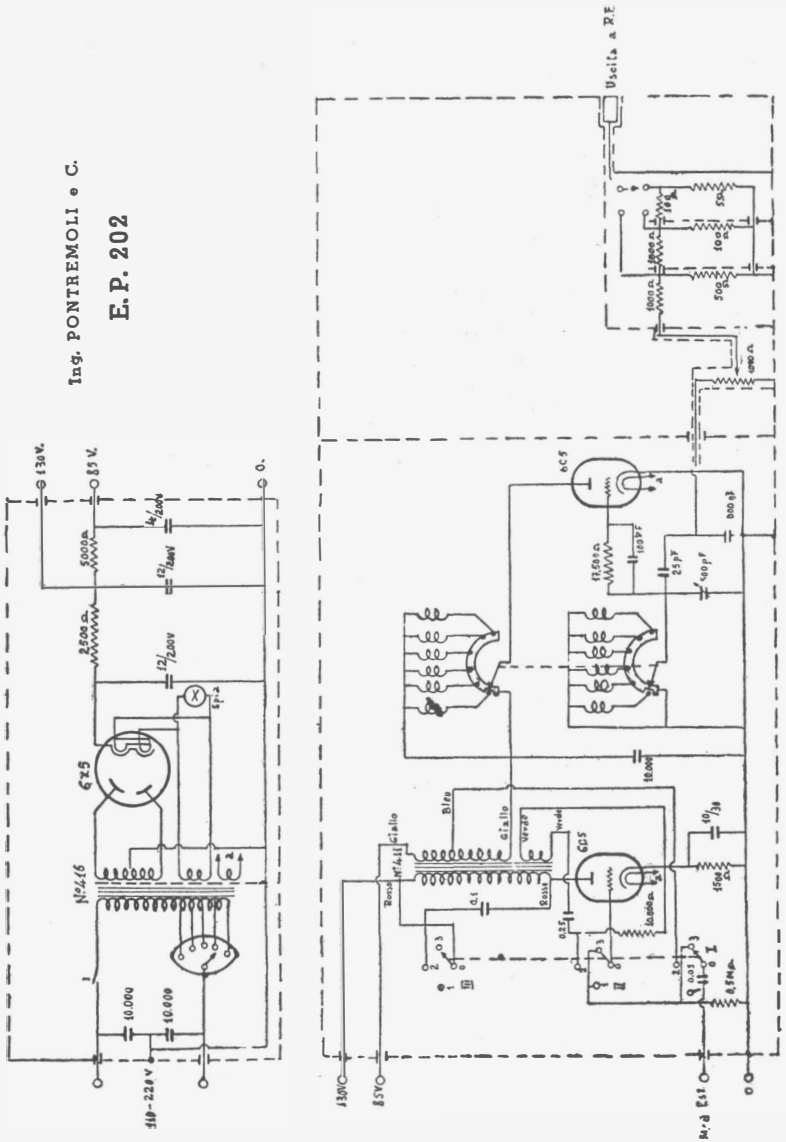


Fig. 225. - Schema dell'oscillatore modulato Pontremoli mod. E. P. 202.

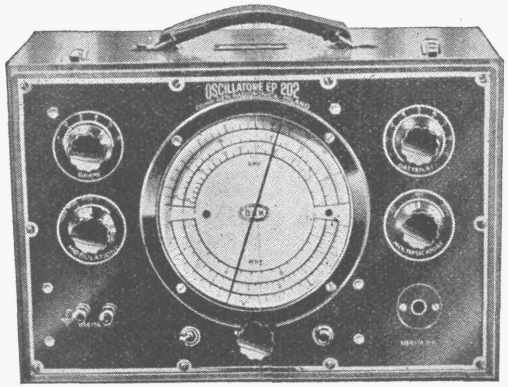


Fig. 226. - Oscillatore modulato Pontremoli mod. E. P. 202.

97. Oscillatore modulato MIAL modello 540 A.

In questo oscillatore modulato sono impiegate quattro valvole, delle quali un silentodo Philips EF8 per la generazione di oscillazioni a radiofrequenza, un triodo 76 per quella della tensione a frequenza fonica, un secondo triodo 76 per ottenere la separazione tra l'oscillatore e l'attenuatore, ed una valvola raddrizzatrice biplacca a riscaldamento indiretto 6X5GT, poichè l'alimentazione avviene dalla rete luce, in alternata.

La gamma complessiva di frequenze va da 50 kHz a 30 MHz, ed è suddivisa in sei gamme, come indica lo schema di fig. 227. Per ciascuna delle gamme minori è prevista la rispettiva scala a lettura diretta sul quadrante di sintonia, come risulta dalla fig. 228. Ogni scala si sviluppa su 340° del quadrante.

L'attenuatore è del tipo a impedenza costante, con doppio comando, ed è schermato da tutto il resto dell'oscillatore. La variazione di frequenza determina l'automatico controllo

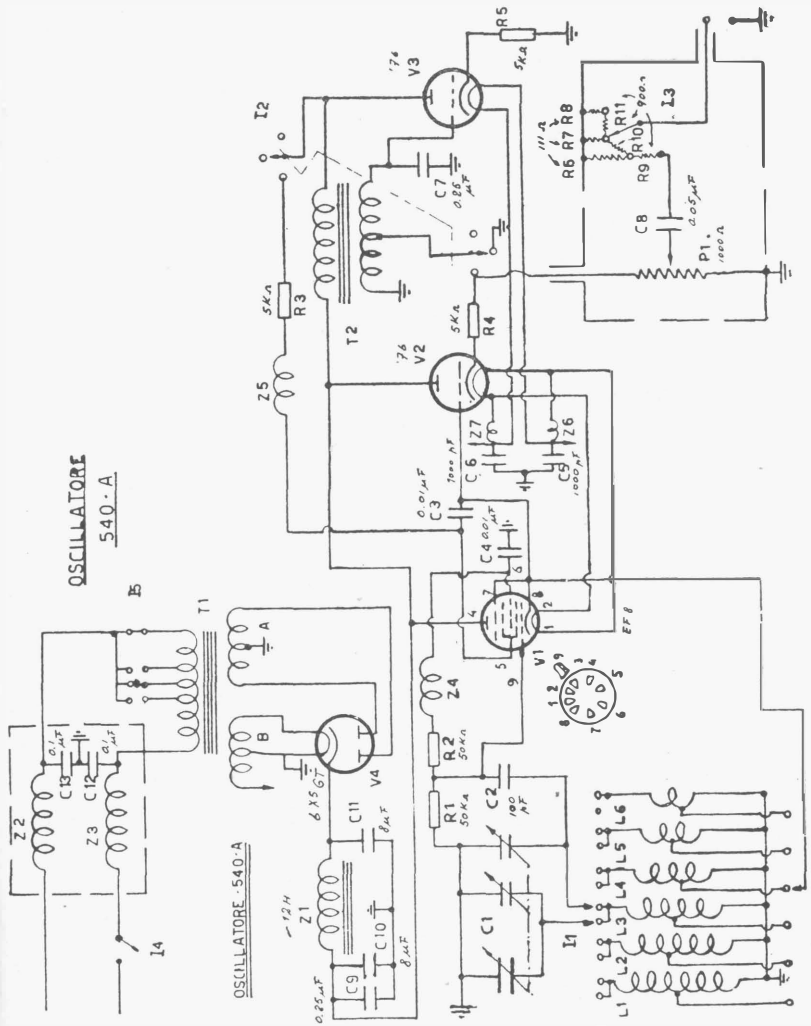


Fig. 227. - Schema dell'oscillatore modulato MIAL mod. 540 A.

della conduttanza mutua della EF8, per cui rimane costante l'ampiezza della tensione a radiofrequenza all'entrata dell'attenuatore. Allo scopo di evitare che si verifichino passaggi di

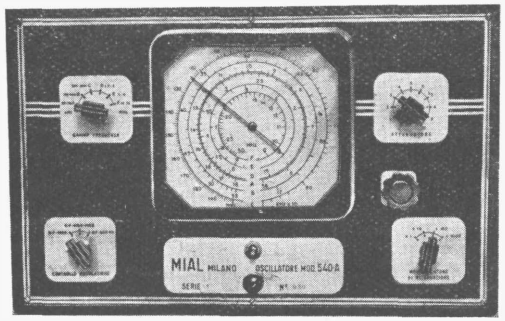


Fig. 228. - Oscillatore modulato MIAL mod. 540 A.

radiofrequenza per induzione sul ricevitore, oltre alla schermatura di ogni singolo stadio nell'ambito della schermatura generale, è predisposto un filtro all'ingresso dell'alimentatore.

98. Oscillatore modulato C. G. E. modello 906.

Si tratta di un oscillatore modulato con alimentazione a batterie a secco, internamente contenute. È provvisto di due triodi Philips A415, dei quali uno provvede alla generazione di oscillazioni a radiofrequenza e l'altro alla modulazione. La tensione a b. f. è disponibile separatamente; ed è predisposto un regolatore d'intensità per tale tensione, come indica lo schema di fig. 229. Un inversore consente di passare dalla erogazione di radiofrequenza a quella di bassa frequenza.

Il campo di frequenza va da 15 a 3000 metri ed è suddiviso in 5 gamme minori. La tensione a radiofrequenza può essere modulata o no. In quest'ultimo caso un inversore apre il circuito di placca del triodo a b. f.

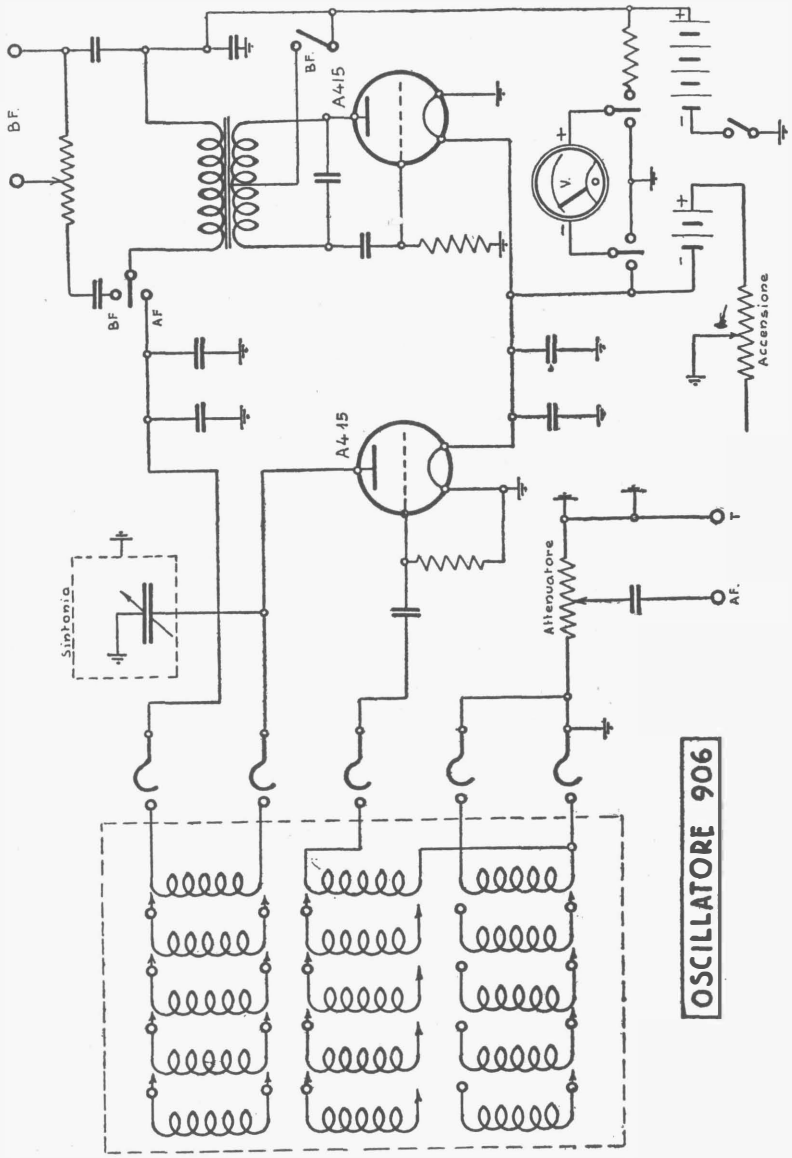


Fig. 229. - Schema dell'oscillatore modulato CGE mod. 906.

L'attenuatore è schermato separatamente. Vi è un interruttore generale doppio che interrompe sia l'accensione che la tensione anodica. Il controllo di queste due tensioni può venir controllato con un voltmetro a 1000 ohm per volt.

99. Oscillatore modulato G. G. Universal modello 972.

Lo schema dell'oscillatore modulato G. G. Universal, mod. 972, è riportato dalla figura 230. Come indica lo schema, questo oscillatore è provvisto di una valvola 6 A 7 che provvede sia alla produzione delle oscillazioni a radiofrequenza sia alla tensione a frequenza fonica. Una 25 Z 5 è usata per il raddrizzamento della tensione della rete.

L'intera gamma di frequenze è suddivisa in sei gamme minori, dalla frequenza di circa 100 kHz a quella di circa 20 MHz. Il quadrante di sintonia è graduato da 0 a 100. Le frequenze corrispondenti sono indicate sulla tabella di taratura. Il segnale prodotto può essere modulato o no. Può essere utilizzata anche la sola frequenza di modulazione.

100. Oscillatore Allocchio, Bacchini & C° modello 1633.

Lo schema è riportato dalla figura 231. L'oscillatore modulato Allocchio, Bacchini & C. mod. 1633 è del tipo ad alimentazione con batterie e comprende due valvole V_1 e V_2. La prima è una 30 ed è usata da oscillatrice; la seconda è una 33, amplificatrice e modulatrice. Il circuito oscillatorio della prima valvola è accoppiato alla griglia schermo del pentodo per cui la sovrapposizione avviene in questa valvola. L'accoppiamento tra i circuiti a radiofrequenza e quelli a frequenza fonica è quindi soltanto elettronico, ciò che ha per effetto una notevole stabilità della frequenza e costanza di taratura.

L'oscillatore modulato è adatto per coprire una vastissima gamma di frequenze, da 100 kHz a 20 000 kHz (ossia

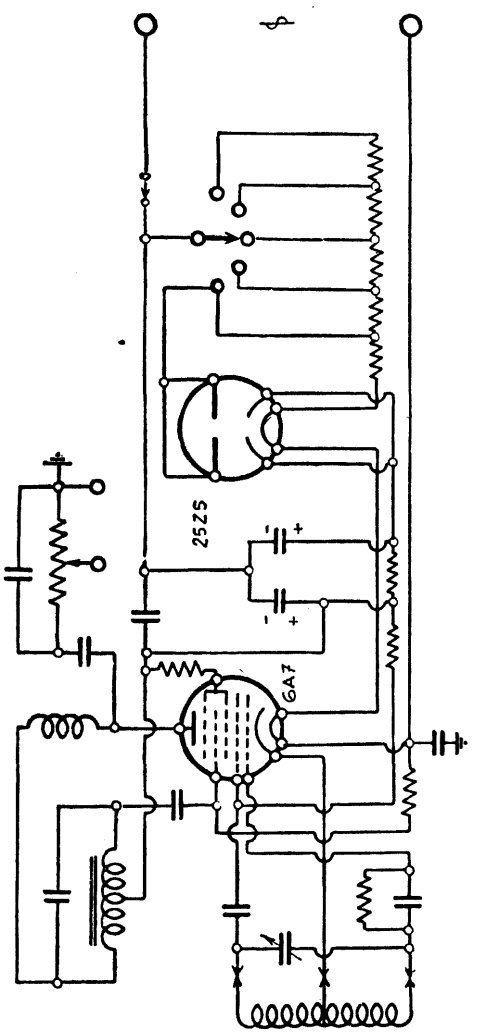


Fig. 230. - Schema dell'oscillatore modulato G. G. Universal mod. 972.

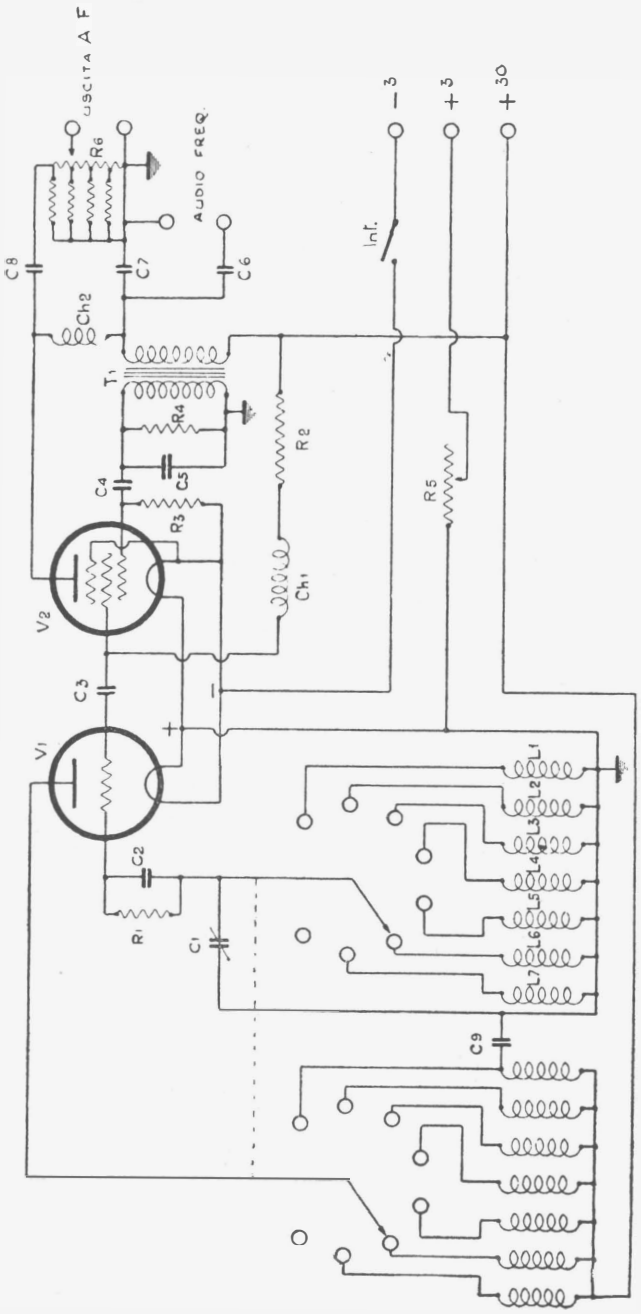


Fig. 231. - Schema dell'oscillatore modula o Allocchio, Bacchini e Co ,mod. 1633.

da 3000 a 15 m). Questa gamma è divisa in sette parti, per cui vi sono sette avvolgimenti, ed un commutatore di gamma ad altrettante posizioni.

L'attenuatore è del tipo a impedenza costante per qual-

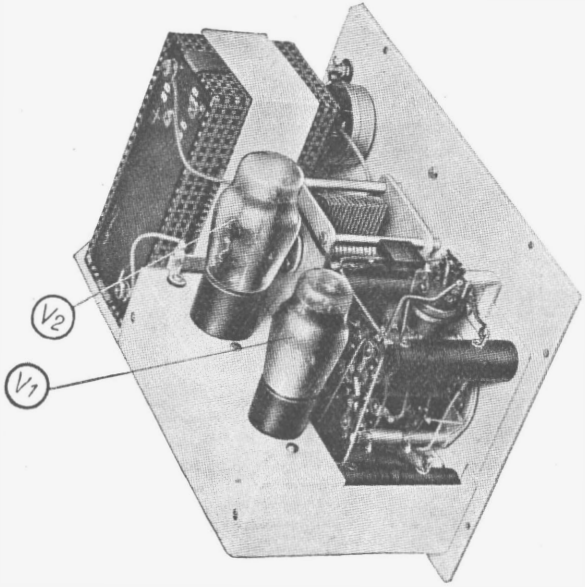


Fig. 232. - Aspetto interno dell'oscillatore modulato di cui la figura precedente. V_1 = valvola oscillatrice; V = valvola modulatrice.

siasi posizione della manopola, e consente la regolazione della tensione d'uscita a radiofrequenza da alcuni microvolt a 100 000 microvolt circa.

La frequenza fonica usata è a 400 Hz, ed è disponibile alla presa relativa di cui è fornito l'oscillatore.

101. Oscillatore modulato Siemens modello 107.608.

È alimentato in alternata, utilizzando una valvola monoplacca RGN354. Possiede altre due valvole, due triodi a riscaldamento indiretto tipo AC2. Di essi uno provvede alla radiofrequenza e l'altro alla modulazione. Nello schema di

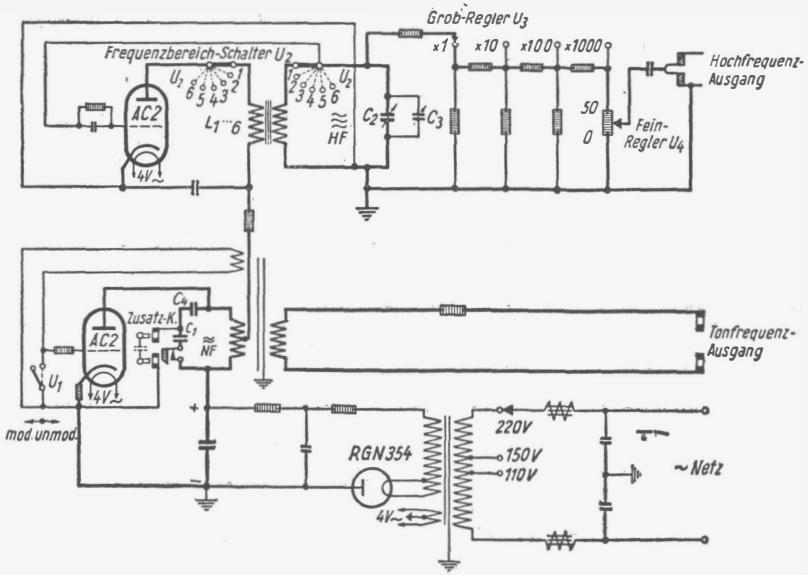


Fig. 233. - Schema dell'oscillatore modulato Siemens 107.608.

fig. 233, la AC2 in alto è l'oscillatrice a radiofrequenza. Non sono indicate nello schema, per brevità, le bobine relative alle sei gamme d'onda, ma sono accennate le posizioni del commutatore. Le sei gamme coprono un campo di frequenze che va da 80 kHz a 28 MHz.

La frequenza di modulazione è di 400 Hz, ma può venir variata a 200 ed a 4000 Hz mediante l'inserzione in parallelo o in serie di un condensatore fisso (*Zusatz. K*). La radiofrequenza può venir modulata o no, ciò che si ottiene con la chiusura o l'apertura del circuito di griglia della AC2 a bassa frequenza. La tensione a bassa frequenza può venir prelevata all'esterno (*Tonfrequenz Ausgang*).

L'attenuatore consente di ottenere due distinte uscite, una con piccola erogazione di radiofrequenza, da 10 sino a 50 mi-

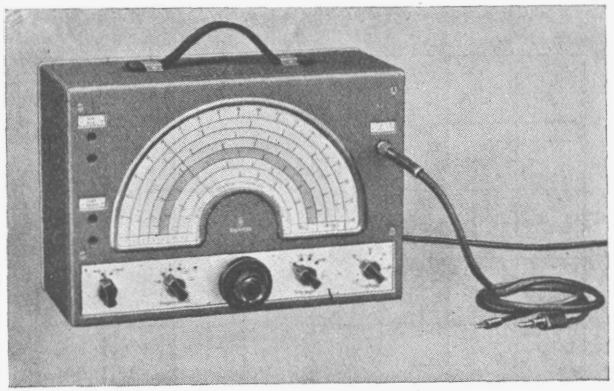


Fig. 234. - Oscillatore modulato Siemens mod. 107.608.

crovolt, e l'altra con erogazione maggiore, da 20 sino a 70 millivolt. Un inseritore a scatti consente quattro posizioni di erogazione (*Grob Regler U3*), a ciascuna delle quali corrispondono variazioni da 0 a 50 mediante una resistenza variabile (Fein Regler U4). La presa per radiofrequenza è detta *Hochfrequenz Ausgang*.

102. Generatore di segnali RCA mod. TMV 97 C.

Lo schema del generatore di segnali RCA mod. TMV 97C è riportato dalla figura 237. È del tipo ad alimentazione con batterie, ed è provvisto di due triodi 30, di cui uno oscillatore a radiofrequenza e l'altro oscillatore a frequenza fonica.

La gamma complessiva di frequenza va da 90 kHz a 25 000 kHz ed è divisa in otto parti, ciascuna comportante tre avvolgimenti. Il passaggio da una gamma all'altra si ottiene con un commutatore a tre sezioni ed a 8 vie. Il commutatore e le 24 bobine, con un condensatore di 25 000 pF, sono racchiusi entro un unico schermo in modo da assicurare l'uniforme resa a radiofrequenza per quasi l'intera

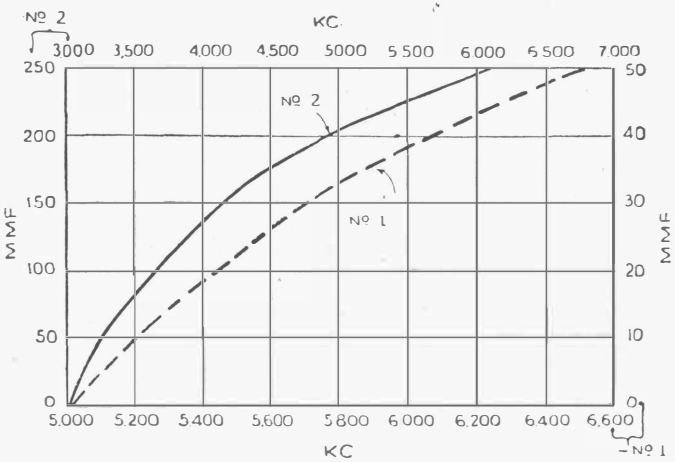


Fig. 235. - Curve di taratura per l'uso del generatore di segnali di fig. 237 per misure di piccole capacità.

gamma. L'uso di sole frequenze fondamentali per la gamma da 90 kHz a 25 000 kHz evita il pericolo di confusione tra le armoniche. Le gamme minori sono le seguenti: 1°) da 90 a 200 kHz; 2°) da 200 a 400 kHz; 3°) da 400 a 800 kHz; 4°) da 800 a 1600 kHz; 5°) da 1500 a 3100 kHz; 6°) da 3100 a 6800 kHz; 7°) da 6800 a 14 000 kHz; 8°) da 14 000 a 25 000 kHz.

L'attenuatore è costituito da un potenziometro di 2000 ohm, da due resistenze fisse e da un inversore S4 che consente di ottenere o una resa alta (*H*) o una resa bassa (*L*).

I segnali a radiofrequenza possono essere ottenuti con o senza modulazione mediante l'inversore S3. La modulazione è fissa alla frequenza di 400 Hz.

MISURE DI PICCOLE CAPACITÀ CON L'OSCILLATORE MODULATO.

La presa J1 serve per usare il generatore di segnali per la misura di piccole capacità, da 2 pF a 250 pF, che difficilmente sono misurabili con i soliti capacimetri. Per misure

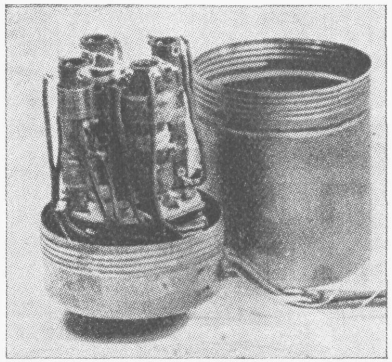


Fig. 236. - Avvolgimenti radiofrequenza del generatore di segnali di cui la fig. 237.

di capacità si usa la gamma 6, e si accorda alla frequenza di 5000 kHz, usando un ricevitore in modo da sentire il fischio. Quindi si inserisce il condensatore sconosciuto. In tal modo la frequenza del generatore risulta variata ed il fischio al ricevitore non si sente più. Occorre allora accordare nuovamente il generatore, in modo che il fischio si possa risentire. Si confronta la nuova lettura con un diagramma per leggere su di esso il valore della capacità aggiunta. Generalmente si adopera la frequenza di 5000 kHz per le capacità più piccole, e quella di 3000 kHz per le capacità maggiori, ma sempre piccole. Si ottengono così due curve (che

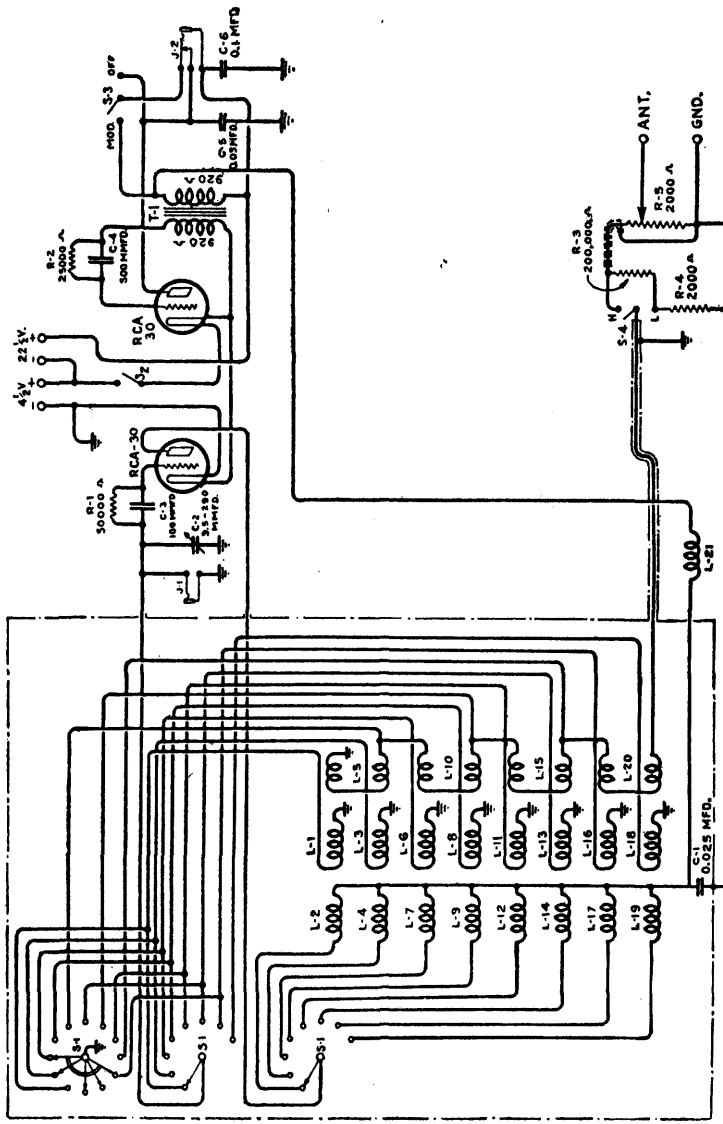


Fig. 237. - Schema del generatore di segnali RCA mod. TMV 97 C.

sono fornite insieme al generatore) di cui la n. 1 corrisponde alla frequenza di 5000 kHz e la n. 2 alla frequenza di 3000 kHz, come in figura 235.

103. Generatore di segnali RCA mod. 153.

Lo schema è indicato dalla figura 238. Una valvola 6 J 7 funziona da oscillatrice con accoppiamento elettronico approfittando del circuito Hartley. Ciò semplifica il sistema delle bobine, in quanto per ciascuna gamma è predisposta una sola bobina con presa per il catodo. La modulazione è ottenuta mediante la griglia di soppressione della 6 J 7. Tale griglia è mantenuta a 16,5 volt di polarizzazione negativa, in modo da consentire una profondità di modulazione del 75 %. L'oscillatore a frequenza fonica è ottenuto con una 6 C 5. È possibile utilizzare una sorgente esterna di modulazione. In tal caso la 6 C 5 funziona da amplificatrice.

Il generatore descritto è completamente alimentato in alternata mediante una biplacca 5 W 4.

104. Generatore di segnali General Radio modello 684 A.

Lo schema semplificato (è stata omessa la parte alimentatrice in alternata) del generatore di segnali General Radio mod. 684A è riportato dalla figura 239. Il triodo oscillatore a radiofrequenza è seguito da un pentodo amplificatore, il quale provvede pure alla modulazione, ed isola i circuiti d'uscita da quelli dell'oscillatore a r. f. La resa d'uscita è in tal modo considerevolmente maggiore, mentre non vi è alcuna restrizione per la bassa impedenza d'uscita. La gamma di frequenze coperta dal generatore è assai vasta, estendendosi dalle più alte frequenze foniche al limite inferiore delle onde ultra corte. La gamma normale, a lettura diretta, si estende da 10 kHz a 30 MHz. Una gamma addizionale, a lettura indiretta, provvede a ricoprire anche le frequenze da 30 MHz a 50 MHz.

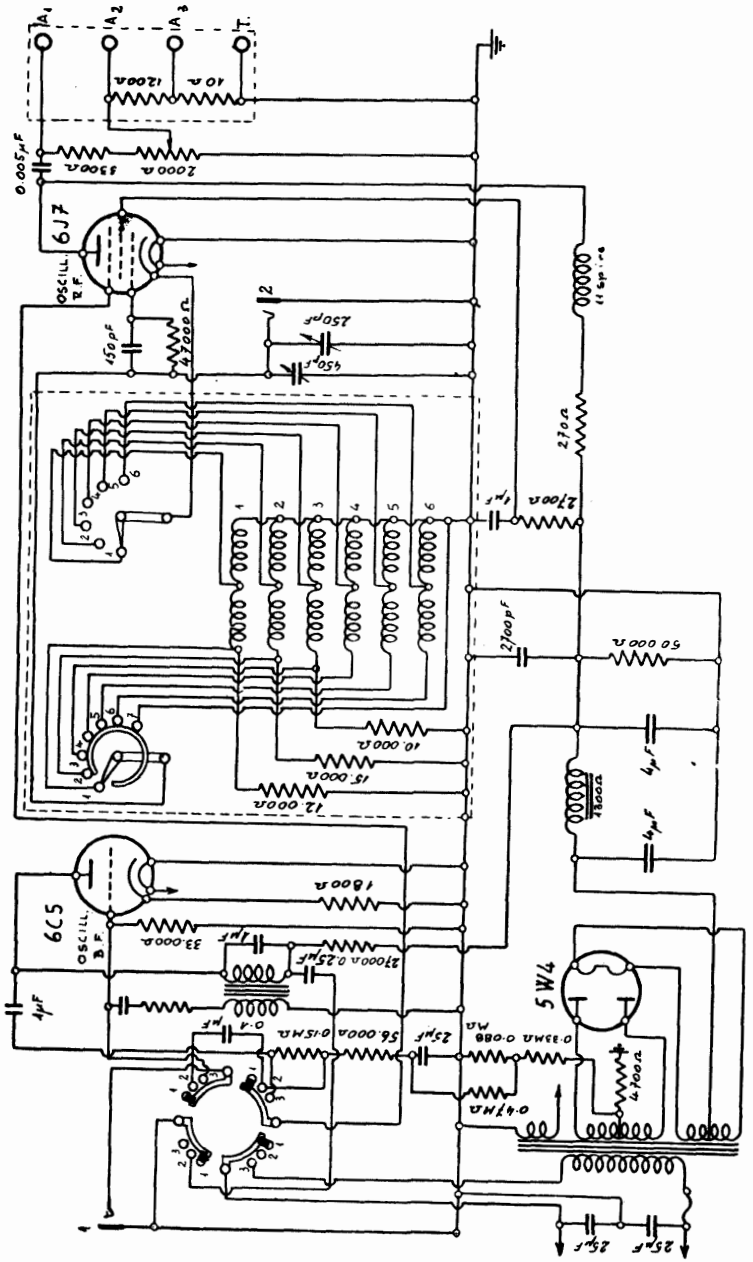


Fig. 238. - Schema del generatore di segnali RCA mod. 153.

Il quadrante principale (fig. 220) è provvisto di tre graduazioni, due delle quali sono direttamente in kHz e MHz,

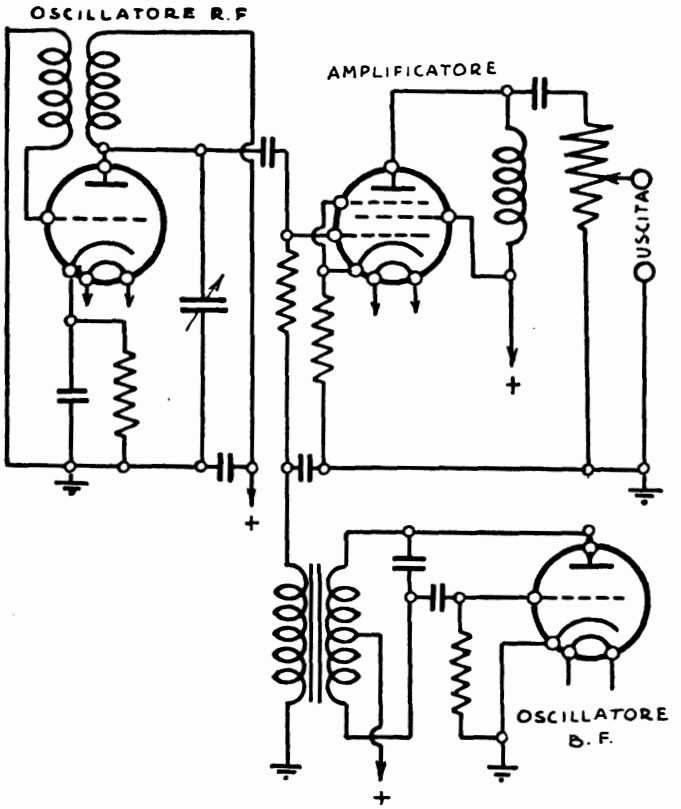


Fig. 239. - Schema di principio del generatore di segnali General Radio mod. 684 A.

mentre la terza è lineare. Dato che il condensatore consente la variazione logaritmica della frequenza in funzione della rotazione del quadrante, ad eguali spostamenti del qua-

drante corrispondono eguali percentuali di variazione della frequenza. Una manopola ausiliaria consente il movimento lento del quadrante, con 125 divisioni uniformi, corrispondenti ciascuna ad una variazione di frequenza di 0,1 %.

La modulazione è ottenuta con la frequenza fissa di 1000 Hz. La tensione di modulazione è applicata alla griglia del pentodo amplificatore.

Il condensatore variabile è di 1400 pF.

Le fluttuazioni della tensione rete sono compensate da un regolatore di tensione, e ciò contribuisce alla stabilità di frequenza del generatore di segnali. La modulazione e la variazione del carico hanno effetti trascurabili sulla stabilità, data la presenza dell'amplificatore.

105. Generatori a battimenti.

I generatori a battimenti sono dei generatori di segnali a frequenze foniche. Essi vengono ottenuti sovrapponendo due segnali a radiofrequenza. I due segnali si trovano a frequenza molto vicina e variabile in modo che dalla sovrapposizione si ottiene una frequenza risultante compresa fra 35 e 12 000 Hz. Naturalmente, ove occorra, si possono ottenere frequenze notevolmente più elevate, per esempio sino a 100 000 Hz, o più.

I generatori di segnali consistono in due valvole oscillatrici a radiofrequenza, di cui una a frequenza fissa e l'altra a frequenza variabile mediante un condensatore veriabile. La variazione della frequenza fonica all'uscita dell'oscillatore a battimenti si ottiene appunto mediante la regolazione del condensatore variabile.

Quando le due frequenze sono molto vicine, ossia quando è richiesta una frequenza fonica molto bassa, i due oscillatori tendono ad assumere la stessa frequenza. Occorrono allora particolari accorgimenti per evitare ciò, come l'inclusione di un filtro b. f. nel circuito d'uscita della valvola so-

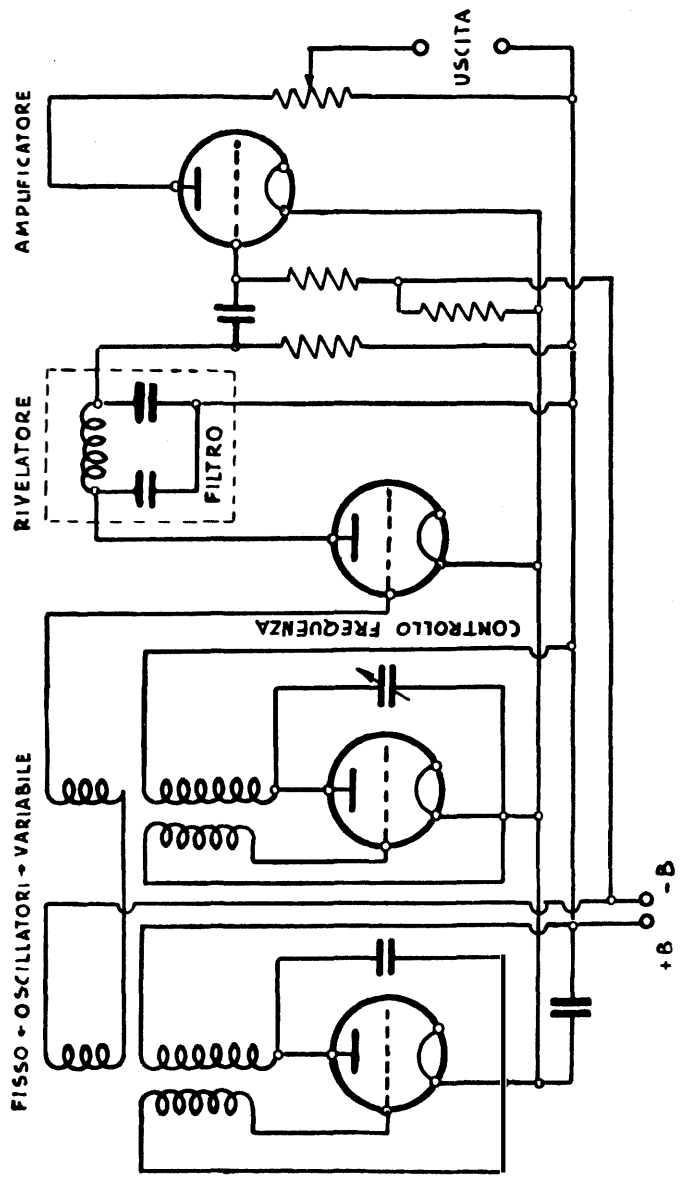


Fig. 240. Schema di generatore a battimenti.

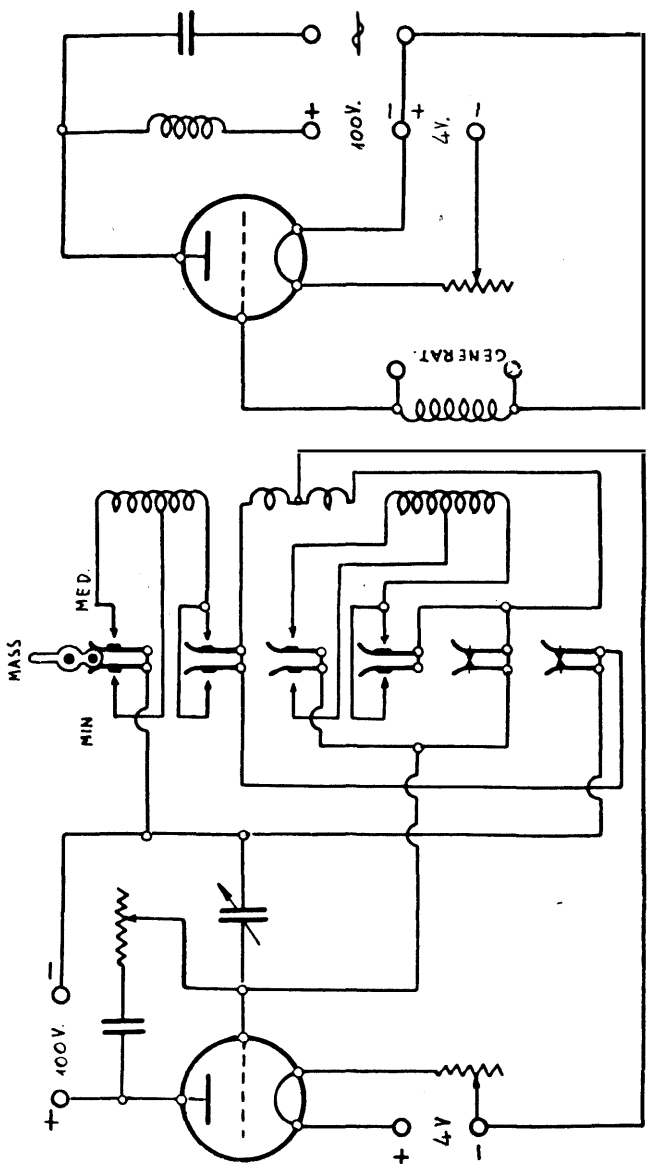


Fig. 241. - Schema di generatore di frequenze foniche.

vrappositrice (fig. 240). La stabilità di frequenza dei generatori a battimenti è generalmente scarsa, giacchè basta una lievissima variazione di frequenza di uno degli oscillatori perchè ciò determini una considerevole variazione della frequenza fonica.

La figura 241 indica lo schema di un generatore a valvole per frequenze foniche da 100 a 70 000 Hz.

CAPITOLO QUATTORDICESIMO

MISURATORI D'USCITA

106. Misura della potenza utile dei ricevitori.

Per il collaudo e la messa a punto dei ricevitori è molto utile misurare la *tensione del segnale all'uscita* dei ricevitori, in modo da poter calcolare la potenza *utile* fornita dai ricevitori, e determinare il *guadagno complessivo*. A tale scopo servono gli strumenti *misuratori d'uscita*. Usati con i generatori di segnali, consentono la messa a punto dei ricevitori, l'allineamento dei varii circuiti ad alta frequenza, il paragone di valvole dello stesso tipo, ecc.

I misuratori d'uscita sono generalmente dei *voltmetri per correnti alternate* a sensibilità variabile, costituiti da un milliamperometro a bobina mobile provvisto di raddrizzatore metallico. Il loro compito è infatti soltanto di misurare la tensione del segnale all'uscita. Le portate dei voltmetri usati quali misuratori d'uscita sono generalmente: 1.5, 3, 6, 15, 60, 90, 150 volt c. a.

COME VA COLLEGATO IL VOLTMETRO C. A.

La figura 242 indica come va usato un voltmetro c. a. per la misura della tensione del segnale d'uscita presente ai capi del secondario del trasformatore d'uscita. La bobina mobile può venir staccata, se ciò può sembrare conveniente. In tal modo la resa d'uscita è indicata soltanto dallo spostamento dell'indice.

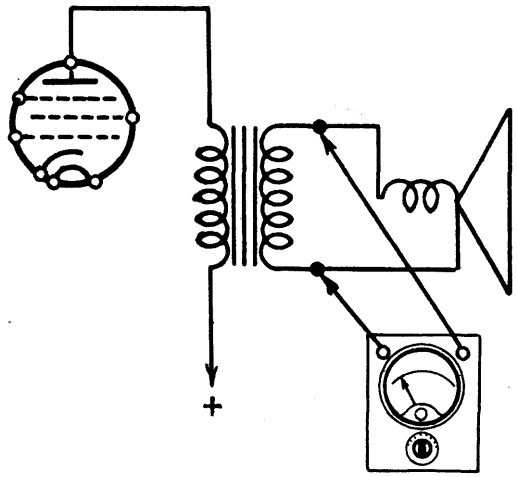


Fig. 242. - Voltmetro c. a. usato per misure di tensione del segnale d'uscita.

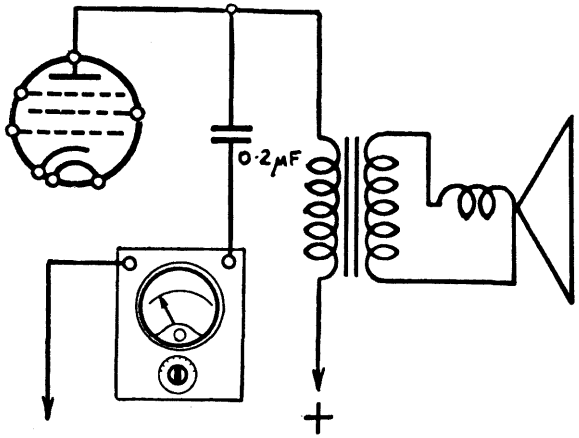


Fig. 243. - Voltmetro c. a. collegato tra la placca della valvola finale e la base metallica del ricevitore.

La figura 243 indica come va usato il voltmetro c. a. quando gli estremi del secondario del trasformatore d'uscita non sono facilmente raggiungibili. Ciò può avvenire quando lo chassis è sistemato nel mobile. È più conveniente allora collegare un capo del voltmetro al piedino corrispondente alla placca della valvola finale, attraverso un condensatore 0,1 o 0,2 μF, il quale ha il compito di impedire il passaggio della componente continua, e l'altro alla base metallica del ricevitore. Sia il primo che il secondo sistema di applicazione sono utili anche quando le valvole finali sono due, disposte in controfase.

NDICATORI D'USCITA E VOLTMETRI A VALVOLA.

A volte non è necessario ottenere la misura della tensione del segnale d'uscita, ma basta poterne seguire le variazioni, per tarare il ricevitore. In tal caso al posto dei *misuratori d'uscita* si possono usare degli *indicatori d'uscita*. Gli indicatori sono sprovvisti di strumento di misura, e possiedono invece qualche mezzo visivo per poter seguire le variazioni della tensione. Un'altra particolare categoria di strumenti per il controllo della tensione d'uscita è costituita dai *voltmetri a valvola* (v. pag. 116). Essi presentano la caratteristica di non assorbire alcuna corrente, per cui vengono usati per la misura di tensioni corrispondenti a correnti molto deboli, in circuiti di griglia delle valvole amplificatrici a frequenza alta o intermedia, ed in circuiti per la regolazione automatica di sensibilità (c.a.v.). La resistenza che essi aggiungono al circuito è praticamente infinita, e quindi tale da non disturbare le tensioni presenti e consentirne la misura.

Un'altra categoria ancora di misuratori d'uscita, utile però solo nei laboratori di ricerche, è costituita dagli oscillografi a raggi catodici (v. pag. 320).

107. Indicatore d'uscita al neon.

Un indicatore d'uscita semplice, sensibile, di piccole dimensioni può essere ottenuto con una lampada al neon,

una resistenza variabile di 100 000 ohm ed un trasformatore rapporto 1 : 80 (fig. 244). L'indicatore può venir collegato direttamente ai capi della bobina mobile come indica la figura 242. Dato che la tensione disponibile in questa parte del circuito non è sufficiente per determinare l'accensione

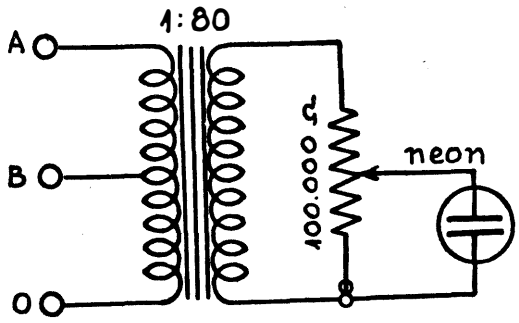


Fig. 244. - Esempio di indicatore d'uscita al neon.

della lampada, è usato un trasformatore elevatore da 1 : 80. La lampada deve essere del tipo a minimo consumo, in modo da assicurare la massima sensibilità. Il trasformatore è provvisto di due portate, A e B.

108. Indicatore ottico d'uscita.

Un altro semplicissimo indicatore d'uscita è indicato dalla figura 245. In tal caso è usato un indicatore ottico a zona oscura, del tipo usato nei ricevitori per ottenere l'indicazione di sintonia. Va usato piuttosto nel circuito del primario del trasformatore d'uscita anzichè nel secondario. È perciò provvisto di un condensatore che consente il passaggio della sola componente alternata al primario del trasformatore a rapporto discendente di cui è provvisto l'indicatore. La tensione ai capi del secondario viene rettificata mediante un rettifi-

catore ad ossido ad un solo elemento (v. pag. 65). La tensione rettificata agisce sullo schermo di alluminio che intercetta il raggio luminoso proveniente da una lampadina e diretto sopra uno schermo opaco. La zona oscura dello schermo varia variando la tensione del segnale d'uscita.

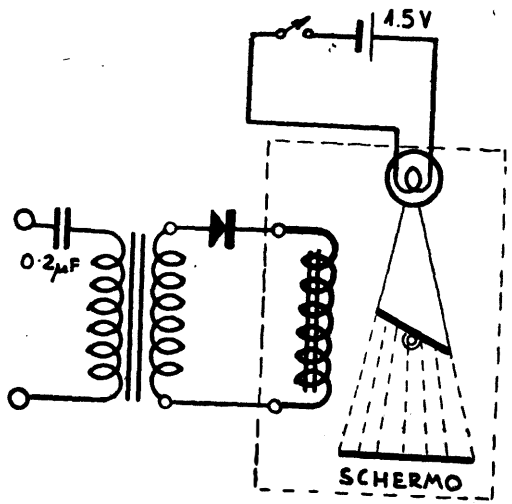


Fig. 245. - Principio dell'indicatore ottico d'uscita a zona oscura.

109. Uso di milliamperometro quale indicatore d'uscita.

Per l'allineamento dei circuiti a frequenza alta o intermedia può anche non essere usato un misuratore o indicatore d'uscita, ma basta un milliamperometro inserito nel circuito di placca della valvola amplificatrice interessata (figura 246). In tal caso è utile un milliamperometro a bobina mobile con portata massima di 8 mA. Può essere usato un

milliamperometro di sensibilità più elevata, provvisto di resistenze adeguate.

Quando il milliamperometro è inserito e nessun segnale è presente all'entrata del ricevitore, lo strumento indica la corrente di placca corrispondente alla polarizzazione normale di griglia controllo. Quando il segnale è presente,

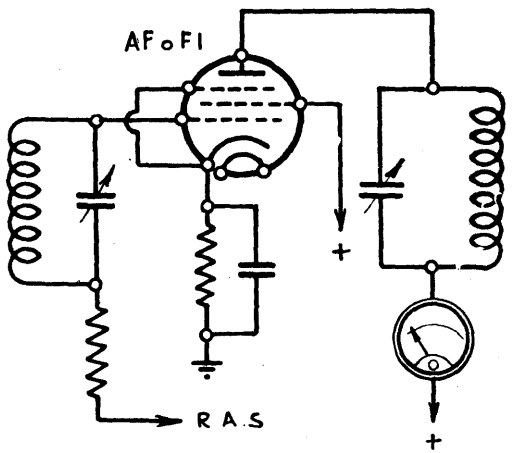


Fig. 246. - Per l'allineamento dei circuiti è utile un milliamperometro inserito nel circuito di placca.

una tensione di polarizzazione addizionale viene fornita a tale griglia dal circuito di regolazione automatica di sensibilità, quindi la corrente di placca diminuisce. Quando è raggiunta la *minima corrente di placca*, per un dato segnale costante, come quello che può venir fornito da un generatore di segnali, l'allineamento dei circuiti è corretto. È necessario che il segnale venga fornito da un generatore di segnali e che sia senza modulazione o con modulazione costante.

Nei circuiti rivelatori, quando non sono usati diodi, il milliamperometro può essere in serie con la resistenza di polarizzazione, collegata tra il catodo e la massa, e può venir usato un voltmetro per misurare la tensione ai capi di tale resistenza. Se è impiegata la rivelazione di placca, lo spostamento dell'indice aumenta con l'aumentare del segnale. Se è impiegata invece la rivelazione di griglia, va usato il milliamperometro nel circuito di placca, ed allora lo spostamento diminuisce con l'aumentare del segnale.

110. Misuratore d'uscita a cristallo.

Forse il più semplice dei misuratori d'uscita è quello il cui schema è indicato dalla figura 247. È costituito semplicemente da un milliamperometro da 1 mA, da un cristallo, da tre resistenze e da un commutatore. Il cristallo provvede alla rettificazione della tensione alternativa che costituisce la resa d'uscita del ricevitore. Le resistenze determinano le portate. Nella posizione 1 la sensibilità del misuratore è massima, essendo escluse le resistenze.

Il misuratore d'uscita a cristallo ha lo svantaggio che il cristallo si ossida anche per intensità di corrente assai deboli, nonchè quello di non poter conservare la sensibi-

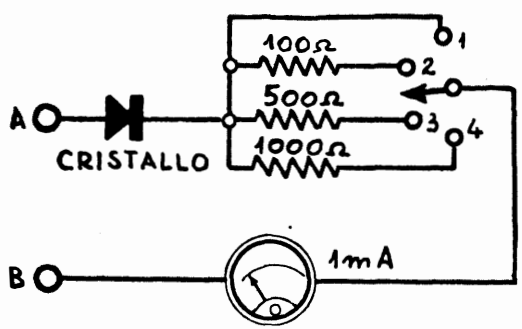


Fig. 247. - Misuratore d'uscita a cristallo.

lità costante. Il risultato dipende dal cristallo che si è scelto. I terminali *A* e *B* possono venir collegati direttamente ai capi della bobina mobile del diffusore dinamico.

111. Misuratore d'uscita con raddrizzatore a valvola.

Anzichè usare un cristallo per ottenere la rettificazione della tensione alternativa d'uscita è più conveniente usare

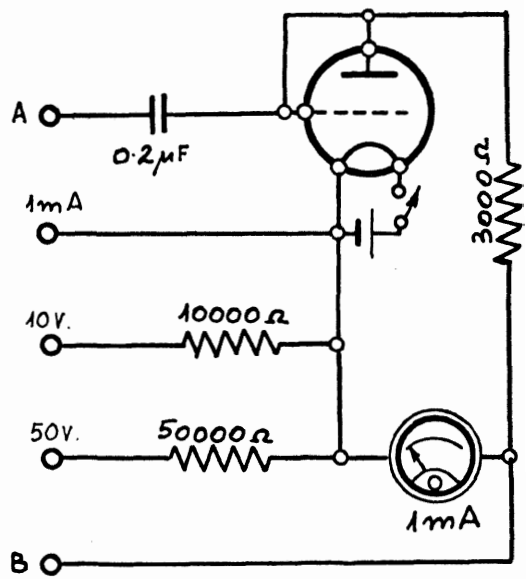


Fig. 248. - Misuratore d'uscita con raddrizzatore a valvola. I terminali del misuratore sono indicati con A e B. Gli altri tre servono per misure di tensioni e intensità di corrente.

una valvola, ad esempio un triodo con alimentazione a batterie, come in figura 248. In tal caso è presente un condensatore di 0,2 μF il quale mentre consente il passaggio

della tensione alternativa, non permette quello della tensione continua applicata alla valvola finale. Il terminale *A* del misuratore d'uscita va collegato alla massa (chassis) del ricevitore.

La tensione alternativa è presente ai capi della resistenza di carico, il cui valore è di 3000 ohm. Tale tensione viene misurata dal milliamperometro, il quale ha in serie la resistenza interna della valvola e quindi funziona dal voltmetro, mentre la valvola provvede alla rettificazione. Nello schema sono indicati altri tre terminali. Essi non servono al misuratore d'uscita, ma consentono di adoperare il milliamperometro sia per misure di correnti continue sino ad 1 mA, sia per misure di tensioni continue sino a 10 V e sino a 50 V. È evidente che variando i valori delle resistenze si possono ottenere altre portate. L'esempio è fatto al solo scopo di dimostrare che lo strumento misuratore d'uscita può essere utilizzato anche per altri usi.

Il misuratore d'uscita a valvola può venir realizzato anche in altro modo. La valvola può provvedere alla rettificazione al posto del cristallo della figura 247, e lo schema può variare a seconda delle esigenze pratiche.

112. Misuratore d'uscita Allocchio, Bacchini & C° mod. 1658.

Lo schema del misuratore d'uscita Allocchio, Bacchini e C. mod. 1658 è quello di figura 249. È provvisto di strumento a bobina mobile, con raddrizzatore metallico. La sua sensibilità è tale da poter essere usato ai capi della bobina mobile del diffusore. Per la misura della potenza utile d'uscita dei ricevitori, ha un'impedenza costante di 4000 ohm.

Lo strumento serve per tutte le frequenze udibili ed è provvisto di sei portate: 1.5, 3, 15, 90, 150 e 300 volt. Consente una potenza massima dissipata di 5 watt.

Il misuratore può venir usato per la misura delle tensioni c. a. Per mantenere costante l'impedenza di 4000 ohm, per tutte le portate, è stato incorporato un attenuatore ad L.

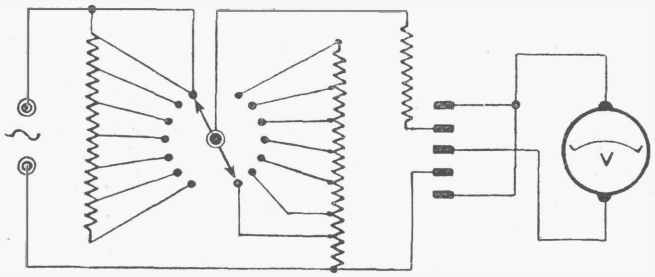


Fig. 249. - Schema del misuratore d'uscita Allocchio, Bacchini e Co, mod. 1658.

Lo strumento permette le misure con un'approssimazione di + 2 % per frequenze sino a 2000 Hz e del 5 % sino a 8000 Hz. L'aspetto esterno è quello di figura 250.

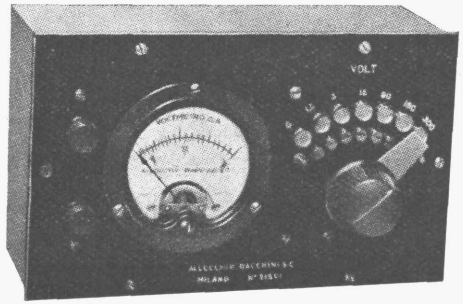


Fig. 250. - Misuratore d'uscita di cui la fig. 249.

113. Misuratore d'uscita Weston mod. 571.

Lo schema è indicato dalla figura 251. Si tratta di un milliamperometro usato per misure di tensioni c. a. e quindi

provvisto di raddrizzatore metallico e di una serie di resistenze che consentono le seguenti portate: 1.5, 6, 15, 60, 150 volt. La resistenza totale dello strumento è di 4000 ohm per qualsiasi portata. Ciò è ottenuto con un commutatore a due sezioni, il quale provvede ad includere in parallelo al milliamperometro ed al raddrizzatore metallico delle resistenze tanto minori quanto maggiore è la portata, e quindi quanto maggiore è la resistenza in serie. Diminuendo la resistenza in serie, con il diminuire della portata, aumenta la resistenza in parallelo. La somma delle resistenze rimane praticamente costante a 4000 ohm, indipendentemente dalla portata.

Lo strumento è tarato in volt, ma è possibile calcolare in modo semplice la potenza d'uscita in milliwatt con la formula:

$$\text{potenza in milliwatt} = (V/2)^2.$$

Così, se la tensione d'uscita del ricevitore è di 40 volt, sarà usata la portata di 60 volt del misuratore, basta divi-

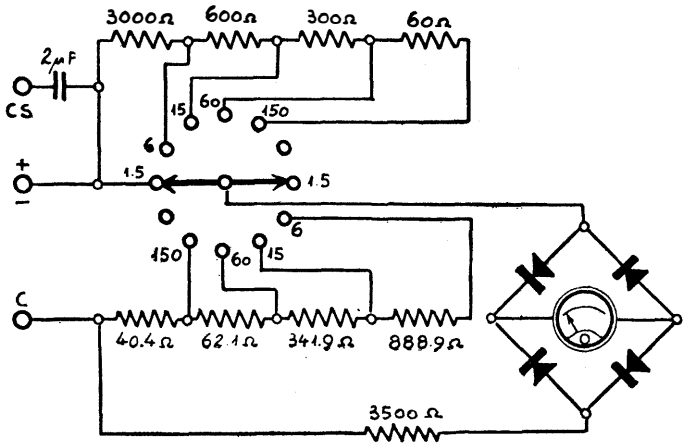


Fig. 251. - Schema del misuratore d'uscita Weston mod. 571.

dere 40 per 2, e quindi ottenere il quadrato di 20 (ossia $20 \times 20 = 400$). La potenza d'uscita è di 400 milliwatt. La portata usata non influisce per nulla sul calcolo.

La formula suddetta non è valida quando il misuratore è collegato ai capi della bobina mobile del diffusore. In tal caso occorre conoscere la resistenza della bobina mobile. La potenza d'uscita in watt risulta allora $= V^2/R$. Ad esempio, se la tensione ai capi della bobina mobile è di 5 volt e se la sua resistenza è di 10 ohm, si ottiene: $(5 \times 5) : 10 = 2{,}5$ watt, ossia 2500 milliwatt.

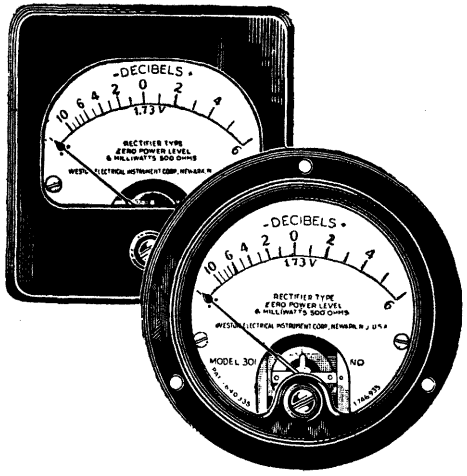


Fig. 252. - Misuratore d'uscita Weston mod. 571.

I terminali + e C vanno usati quando lo strumento deve essere collegato ai capi della bobina mobile del diffusore. Se invece deve essere collegato tra la placca della valvola finale e la massa del ricevitore vanno usati i terminali CS e C.

L'aspetto esterno del misuratore d'uscita Weston mod. 571 è indicato dalla figura 252.

114. Misuratore d'uscita Weston mod. 695.

Lo schema è quello di figura 253. È simile allo schema precedente. Si tratta di un voltmetro per c. a. a cinque portate: 1.5, 6, 16, 60 e 150 volt. La resistenza del circuito è di 2667 ohm per volt, ossia 4000 ohm totali per la portata minore a 400 000 ohm totali per la portata maggiore.

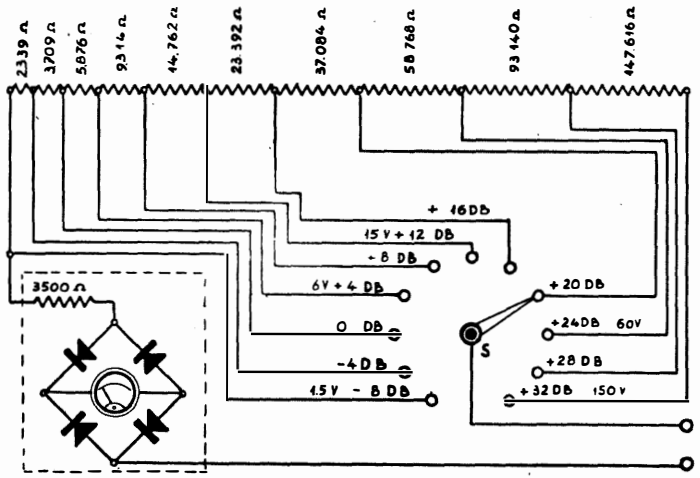


Fig. 253. - Schema del misuratore d'uscita Weston mod. 695.

Lo strumento consente la misura della potenza utile di uscita in decibel (db). Le indicazioni sono ottenute per paragone rispetto ad un segnale d'uscita campione. L'unità di paragone è appunto il decibel, il quale esprime il rapporto fra la potenza del segnale disponibile e quella del segnale campione. Quest'ultimo corrisponde a 0,006 watt con carico di 500 ohm. Quando 0,006 watt vengono dissipati in un carico di 500 ohm, una tensione di 1,73 volt è

presente ai suoi capi. Mano mano che il segnale aumenta o diminuisce in potenza sopra o sotto 0,006 watt, la tensione presente ai capi del carico, il quale è costante a 500 ohm, aumenterà o diminuirà in funzione della potenza del segnale in watt. La potenza di un segnale può quindi essere indicata da un voltmetro disposto a ponte ai capi del carico. Il voltmetro può essere tarato in volt c. a. ed una tabella può essere usata per convertire le misure della potenza d'uscita in decibel, oppure sul quadrante dello strumento può essere indicata la potenza utile d'uscita direttamente in decibel.

CAPITOLO QUINDICESIMO

L'OSCILLOGRAFO A RAGGI CATODICI

115. Principio di funzionamento dell'oscillografo a raggi catodici.

Il tubo a raggi catodici è simile alle valvole radio, con la differenza che gli elettroni emessi dal catodo non vengono raccolti da una placca positiva, come nelle valvole, ma va bensì a colpire uno schermo fluorescente, illuminandolo. Lo schermo fluorescente fa parte del tubo e costituisce la sommità dell'ampolla.

Nel *tubo a raggi catodici* (detto anche *tubo catodico* o *ampolla di visione* o *tubo di Braun*), il fascio di elettroni viene emesso da un catodo, poi concentrato in un sottile raggio, il quale produce un punto luminoso sullo schermo fluorescente. Oltre al catodo ed allo schermo fluorescente sono presenti nel tubo questi altri elettrodi:

a) Due anodi (a1 e a2, fig. 254) che si comportano come due lenti e concentrano il raggio di elettroni sullo schermo fluorescente; sono a tensione diversa, il primo a tensione minore, il secondo a tensione maggiore; variando la tensione ad essi applicata si può regolare la messa a fuoco del raggio sullo schermo, ossia l'ampiezza del punto luminoso.

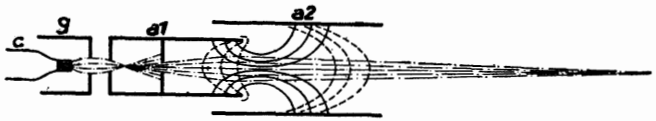


Fig. 254. - I due anodi del tubo catodico provvedono alla concentrazione del raggio di elettroni emesso dal catodo.

b) Una griglia, disposta tra il catodo ed il primo anodo, con la quale è possibile regolare l'intensità del punto luminoso, variando l'intensità del raggio. (Non conviene mantenere sempre il punto luminoso all'intensità massima, poichè in tal modo lo schermo fluorescente si esaurisce rapidamente).

c) Quattro « placchette deviatrici », dette anche « deflettrici », due delle quali orizzontali e due verticali, fig. 255. Esse consentono di mettere in rapido movimento il punto luminoso. La coppia di placchette orizzontali lo spostano verticalmente, dall'alto in basso. La coppia di placchette verticali lo spostano invece orizzontalmente, da sinistra a destra. Mediante la loro azione simultanea, il punto luminoso può venir costretto ad esplorare tutto lo schermo fluorescente, seguendo tante linee orizzontali scendenti dall'alto al basso, in modo da far apparire interamente illuminato tutto lo schermo. Alle placchette vengono applicate apposite tensioni, dette « tensioni a denti di sega » (fig. 256).

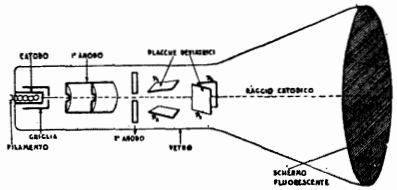


Fig. 255. - Disposizione degli elettrodi nell'interno di tubo a raggi catodici. La forma e la disposizione del secondo anodo possono essere alquanto diverse, a seconda della costruzione del tubo.

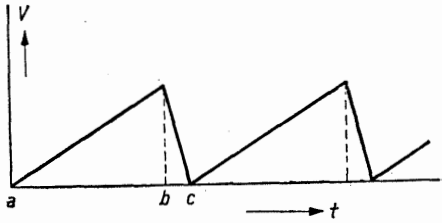


Fig. 256. - Tensione a denti di sega applicata ad una coppia di placchette deviatrici.

Il tubo a raggi catodici può venir utilizzato, oltre che per la televisione, per il servizio radiotecnico poichè consente di

vedere la forma d'onda di una tensione alternata, oppure la curva caratteristica di una data valvola, o la curva di risonanza di uno stadio di media frequenza o quella complessiva di un radio ricevitore. Le applicazioni del tubo a raggi catodici sono numerose, utilissime e molto pratiche. La fig. 257 indica la forma d'onda di una tensione alternata così come appare sullo schermo fluorescente.

Gli strumenti nei quali è utilizzato il tubo a raggi catodici

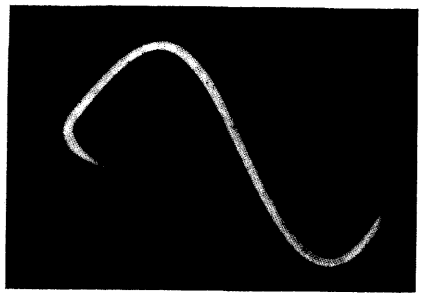


Fig. 257. - Fotografia di forma d'onda prodotta su schermo oscillografico.

per il servizio radiotecnico vengon detti *oscillografi a raggi catodici o oscilloscopi a raggi catodici*. Il termine *oscillografi* è improprio, ma più in uso dell'altro. In realtà tutti questi strumenti sono *oscilloscopi*. È bene avvertire subito che si tratta di strumenti adatti solo a radiotecnici ai quali siano famigliari tutti gli altri strumenti realizzati per il servizio radiotecnico. Gli oscillografi non sono adatti per principianti, o per radioriparatori con attività modesta, ma principalmente per laboratori radiotecnici e per costruttori di apparecchi radio. Inoltre, gli oscillografi richiedono, per poter essere utilmente impiegati per l'allineamento dei circuiti nei radio ricevitori, ossia proprio per l'uso che più interessa il servizio radiotecnico, altre apparecchiature complesse e costose. Ne consegue

che sebbene si tratti di strumenti suscettibili di applicazioni assai interessanti, e spesso insostituibili, nel campo generale della radiotecnica, in quello particolare dei radioriparatori essi non offrono che interesse limitato.

116. Categorie di oscillografi.

Qualsiasi oscillografo a raggi catodici può venir suddiviso in cinque parti, le seguenti:

1ª) Il *tubo a raggi catodici*.

2ª) Il *generatore di tensione a denti di sega*, detto anche *generatore di oscillazioni di rilassamento per la base tempi*, o semplicemente *base tempi*.

3ª) L'*amplificatore verticale*, detto anche *amplificatore della tensione a denti di sega*, oppure *amplificatore Y*. È detto comunemente amplificatore verticale poichè fornisce la tensione amplificata a denti di sega alle placchette deviatrici verticali.

4ª) L'*amplificatore orizzontale*, detto anche *amplificatore della tensione in esame*, oppure *amplificatore X*. È collegato alla coppia di placchette deviatrici orizzontali.

5ª) L'*alimentatore anodico*.

Gli oscillografi si possono distinguere dal numero delle valvole radio che sono impiegate in esso. Generalmente si tratta di cinque valvole, così distribuite:

a) Un triodo a gas, detto *tiratron*, per il generatore di tensione a denti di sega. Generalmente si tratta di una valvola 884, o 885 oppure Philips EC 50.

b) Un pentodo per l'amplificatore verticale. Sono per lo più usate valvole del tipo 57, 77, AF7, WE34.

c) Un pentodo per l'amplificatore orizzontale. Viene usata generalmente una valvola dello stesso tipo come per l'altro amplificatore.

d) Due valvole raddrizzatrici biplacca per l'alimenta-

tore. Per lo più sono usate due 80, una per l'alimentatore del tubo a raggi catodici, l'altra per le valvole. Negli oscillografi

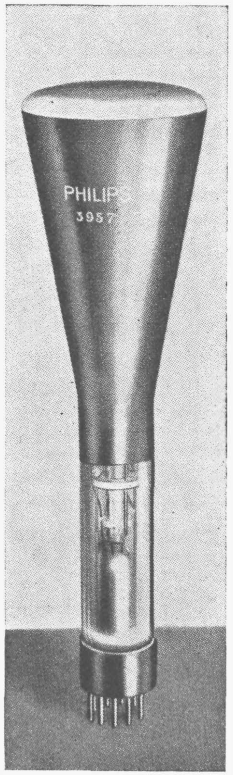


Fig. 258. - Tubo a raggi catodici con schermo fluorescente (parzialmente visibile, in alto) di piccolo diametro, adatto per oscillografi catodici.

maggiori è usata una Philips 1831 per le valvole, ed una Philips 1875 per il tubo.

La distinzione più importante degli oscillografi è fatta tenendo conto del tubo a raggi catodici impiegato. Si possono così distinguere tre grandi classi di oscillografi, le seguenti:

1ª) *Oscillografi a tubo piccolo.* Il diametro utile dello schermo circolare è di 3,5 mm. Il tubo impiegato è un RCA 913 oppure un Philips DG 3/2. (Appartiene a questa categoria l'oscillografo Mial mod. 125, nel quale sono utilizzate 4 valvole).

2ª) *Oscillografi a tubo medio.* Il diametro utile dello schermo circolare è di 7 mm. Il tubo impiegato è un RCA 906, o Philips DG 7/2. (Appartengono a questa categoria gli oscillografi Allocchio, Bacchini & C. mod. 2810, Pontremoli mod. GS 14, Pontremoli mod. G 35 (v. fig. 262), Vorax mod. SO 70. In tutti questi oscillografi sono utilizzate 5 valvole.

3ª) *Oscillografi a tubo grande.* Il diametro utile dello schermo è maggiore di 7 cm. Il tubo impiegato è generalmente il Safar VS 1/4 × 7 o il Safar VS 3/18 Z. (Appartengono a questa categoria gli oscillografi Safar mod. OVS 1/7 R e Safar OVS 2,5/18C (figg. 267 e 268). In ambedue sono impiegate 7 valvole).

117. Produzione della traccia luminosa.

Si supponga che ad una coppia di placchette deviatrici venga applicata una tensione alternata. Alla seconda coppia non viene applicata alcuna tensione. La tensione a denti di sega non viene utilizzata. In questo caso la tensione alternata applicata ad una coppia di placchette determina sullo schermo fluorescente una riga luminosa, ossia una traccia luminosa lineare. Il colore della traccia è generalmente verde giallino, ma poichè dipende dalla sostanza fluorescente impiegata, può essere azzurra, grigia, ecc. Se la tensione alternata è stata applicata alle placchette orizzontali, la riga luminosa sarà verticale; se invece sarà stata applicata alla coppia di placchette verticali, sarà orizzontale.

La fig. 259 indica a sinistra la forma d'onda di una tensione alternata, ed a destra la riga luminosa che essa determina sullo schermo. Nel punto 1 la tensione è a zero, quindi la traccia luminosa è costituita da un puntino luminoso nel

centro dello schermo. Non appena ha inizio la tensione, il puntino si muove. Quando la tensione ha raggiunto il valore positivo 2, il puntino si è sollevato ed ha raggiunto il punto 2. Al punto 3 della tensione corrisponde il punto 3 della riga. Quando la tensione ha raggiunto il massimo positivo, 4, la riga ha raggiunto la massima altezza, indicata dal numero 4. Scendendo la tensione positiva verso zero, il punto luminoso scende verso il centro dello schermo. Non appena inizia la

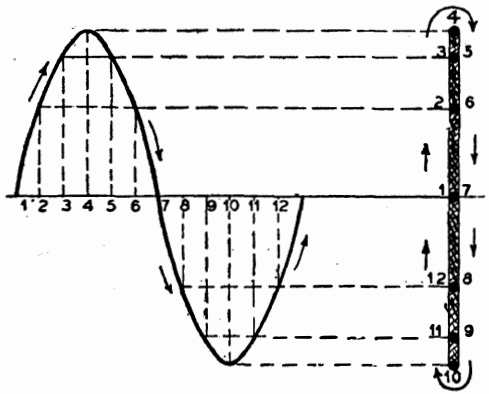


Fig. 259. - Applicando ad una coppia di placchette deviatrici una tensione alternata, sullo schermo dell'oscillografo appare una riga luminosa.

seconda semi-onda, ossia non appena ha inizio la tensione negativa, il punto luminoso scende sotto il centro dello schermo. Quando la tensione ha raggiunto il massimo positivo, in 10, il puntino è sceso in 10, al limite della riga. Il movimento del puntino non è visibile, data la rapidità del movimento, mentre per effetto della persistenza dell'immagine sulla retina è visibile l'intera riga. Le dimensioni della riga luminosa dipendono dal valore della tensione alternata applicata, per cui l'oscillografo può venir utilizzato anche per misure di tensioni, segnando sullo schermo una scala. Se la

tensione applicata è continua si ottiene soltanto uno spostamento del puntino luminoso, dal centro a destra, o dal centro a sinistra, a seconda della polarità delle placchette. Se la placchetta di destra è positiva e quella di sinistra è negativa, il puntino luminoso si sposta verso destra.

Se ad una coppia di placchette viene applicata una tensione alternata come detto, e se all'altra coppia di placchette viene applicata una tensione alternata identica, nella stessa

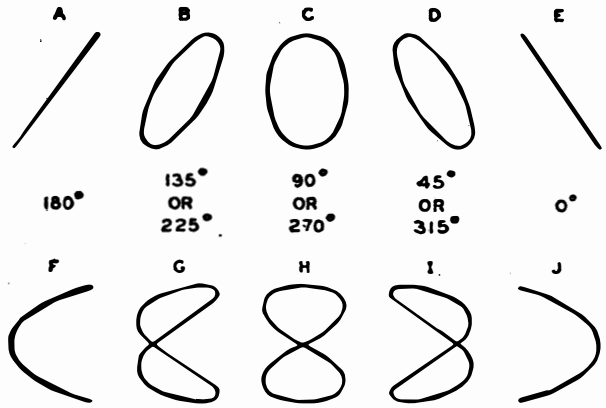


Fig. 260. - Figure di Lissajou, descritte dal raggio catodico sullo schermo fluorescente. Le due tensioni hanno la stessa frequenza nel caso delle figure da A ad E, mentre una di esse è a frequenza doppia per le figure da F a J.

fase, ossia che abbia inizio e fine nello stesso tempo, sullo schermo risulterà ancora visibile una retta, la stessa retta di prima, con la differenza che essa non sarà verticale (o orizzontale, a seconda della coppia di placchette utilizzate) ma sarà inclinata, come in *E* (fig. 260). Se le due tensioni sono in opposizione di fase, sullo schermo è presente la stessa riga luminosa, ma inclinata in senso opposto, come in *A*, nella stessa figura. Qualsiasi altra differenza di fase determina una ellisse, come in *B*, *C* e *D*, della stessa figura. Se una

delle tensioni alternate ha frequenza doppia, cioè se tra le due frequenze vi è il rapporto di 2 : 1, allora si formano le figure indicate in *F*, *G*, *H*, *I* e *L* della stessa figura. Queste figure vengono dette di Lissajou.

118. Esame di forma d'onda con l'oscillografo.

Affinchè sia visibile sullo schermo la forma d'onda di una tensione alternata è necessario applicare alle placchette orizzontali la tensione stessa, ed alle placchette verticali la tensione a denti di sega prodotta dall'oscillografo, ossia dal generatore di oscillazioni di rilassamento che dell'oscillografo fa parte.

La fig. 261 indica in alto a destra la tensione di cui si vuol vedere la forma d'onda sullo schermo. Sono indicati due periodi, divisi in 17 parti. In basso a sinistra è indicato il dente di sega, ossia la forma della tensione applicata alle placchette verticali. In alto a sinistra è indicato lo schermo fluorescente, e la traccia luminosa che in esso si determina.

La tensione alternata ed il dente di sega hanno inizio nello stesso istante. La tensione a dente di sega aumenta continuamente, quindi essa non fa altro che spostare il punto luminoso da sinistra a destra. La tensione alternata tende invece a mettere in movimento il puntino in senso verticale. La traccia luminosa rappresenta il risultato dell'azione contemporanea delle due tensioni sopra il raggio catodico. Si può dire che la tensione a dente di sega non fa altro che allargare la riga luminosa verticale che sarebbe prodotta dalla sola azione della tensione alternata. In tal modo è possibile controllare sullo schermo la forma d'onda della tensione alternata. Va notato che se i denti di sega fossero stati due anzichè uno si sarebbe vista sullo schermo una sola sinusoide, ossia un solo periodo. Se la frequenza della tensione a denti di sega fosse stata, rispetto alla frequenza della tensione alternata, nel rapporto di 1 : 3, sullo schermo si

sarebbero viste tre onde complete. Tutto ciò è evidente, e si esprime così: il numero delle onde complete che compaiono sullo schermo equivale al rapporto tra la frequenza della tensione in esame e quella dell'asse dei tempi, ossia quella della tensione a denti di sega. In tutti gli oscillografi

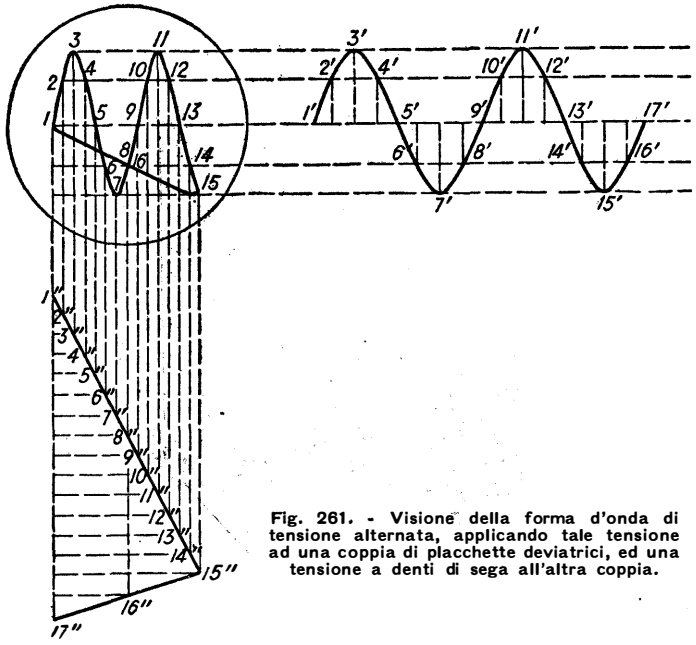


Fig. 261. - Visione della forma d'onda di tensione alternata, applicando tale tensione ad una coppia di placchette deviatrici, ed una tensione a denti di sega all'altra coppia.

è possibile regolare la frequenza della tensione a denti di sega, in modo da far apparire sullo schermo una o più onde complete, o anche solo una semionda.

L'ampiezza dell'onda visibile sullo schermo può venir variata a piacimento, basta variare il guadagno dell'amplificatore orizzontale, ciò che si ottiene mediante un comando esterno.

119. Comandi principali dell'oscillografo.

I comandi di cui è provvisto ciascun oscillografo si possono così riassumere:

Comando di messa a fuoco. È detto anche *comando di obiettivo.* È costituito da una resistenza variabile con la quale è possibile variare la tensione applicata al *primo anodo*

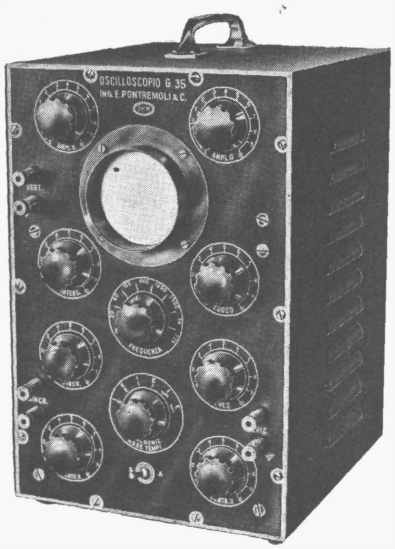


Fig. 262. - Esempio di oscillografo a raggi catodici con tubo provvisto di schermo diametro 70 mm. (Ing. E. Pontremoli e C., mod. G 35) (v. fig. 266).

(detto anche *elettrodo concentratore*). Da questo comando dipende la dimensione del punto luminoso e l'esatta messa a fuoco del raggio catodico.

Comando di luminosità. È detto anche *comando d'intensità, o cilindro.* È costituito da una resistenza variabile con la quale è possibile regolare la tensione negativa della gri-

glia, e in conseguenza l'intensità del raggio catodico. Va notato che i comandi di messa a fuoco e di luminosità vanno regolati contemporaneamente poichè ad ogni messa a fuoco corrisponde una data luminosità ottima.

Comando di spostamento orizzontale. È costituito da una resistenza variabile con la quale è possibile regolare la tensione di polarizzazione (tensione base continua) applicata alla coppia di placchette verticali, e quindi spostare il punto luminoso nella direzione orizzontale.

Comando di spostamento verticale. Come il precedente con la differenza che interessa l'altra coppia di placchette e serve per lo spostamento nella direzione verticale.

Comando di amplificazione orizzontale. È detto anche *comando di ampiezza orizzontale*, o anche *comando ampiezza X.* Serve a regolare l'amplificazione della tensione da esaminare. Anche in questo caso si tratta di una resistenza variabile con la quale è possibile regolare la tensione di polarizzazione applicata alla valvola amplificatrice.

Comando di amplificazione verticale. È detto anche *comando di ampiezza verticale*, o anche *comando ampiezza Y.* Serve a regolare l'amplificazione della tensione a denti di sega. Agisce come il precedente.

Comando di commutazione di frequenza. Si tratta di un comando a scatti per la inserzione di capacità di diverso valore nel circuito del generatore di tensione a denti di sega. Le gamme di frequenza sono generalmente 6 o 7, e vanno da 16 o 20 Hz sino a 10 000 o 30 000 Hz, a seconda dell'oscillografo.

Comando di frequenza. Si tratta in questo caso di un comando a variazione continua, costituito da una resistenza variabile, con la quale è possibile ottenere l'esatta regolazione della frequenza dell'asse dei tempi, ossia della tensione a denti di sega.

Comando di sincronismo. Serve ad assicurare la sincronizzazione tra il segnale o la tensione in esame e la tensione a denti di sega. All'ingresso della valvola tiratron, mediante

una resistenza variabile, viene applicata una parte della tensione in esame, oppure una tensione esterna. Il comando di sincronismo consente di mantenere fissa sullo schermo l'immagine, in modo da poterla fotografare.

Oltre ai suddetti comandi ve ne sono altri di minore importanza, tra cui l'interruttore generale.

120. Uso dell'oscillografo per l'allineamento dei radio ricevitori.

Scopo principale dell'oscillografo nel servizio radiotecnico è di poter vedere sullo schermo la forma della curva di risonanza di uno stadio di amplificazione a media frequenza, oppure quella dell'intero apparecchio. In tal caso però non si tratta di esaminare la forma d'onda di una tensione alternata, bensì di esaminare la curva corrispondente alle variazioni della tensione d'uscita in rapporto ad una data gamma di frequenza. Immaginando di collocare l'oscillografo all'uscita di uno stadio di media frequenza, per poter vedere la curva di risonanza dello stadio stesso, occorre variare la sintonia dell'oscillatore modulato in modo da coprire una gamma di 10 o 20 chilohertz intorno alla media frequenza. Se la media frequenza è di 470 kHz, è necessario far in modo che l'oscillatore modulato produca una gamma di frequenza da 460 a 480 kHz. Non basta spostare a mano il comando di sintonia, poichè il movimento riuscirebbe troppo lento, occorre che gli spostamenti siano rapidi, ossia occorre passare dalla frequenza di 460 a quella di 480, e da questa alla prima, almeno 20 o 30 volte al minuto secondo. In mancanza non si può ottenere la persistenza dell'immagine, con il risultato che la curva di sintonia non risulta visibile. Questa è la difficoltà maggiore.

Per ottenere che l'oscillatore modulato non produca un segnale a frequenza fissa, ma tutta una gamma di frequenze, si può collegare in parallelo al suo condensatore variabile un compensatore ad aria, di circa 20 pF, (dalla capacità di-

pende la larghezza della gamma), e quindi mantenere il compensatore in movimento rotatorio costante, mediante un motorino elettrico. Lo stesso risultato si può ottenere con mezzi elettrici, nei quali la *modulazione di frequenza* è ottenuta mediante circuiti a valvola. Vi sono oscillatori modulati (p. e. il Pontremoli mod. EP 401) nei quali è possibile ottenere tale modulazione di frequenza (± 15 kHz) oltre alla normale modulazione di ampiezza. Con essi è possibile applicare all'entrata dello stadio a media frequenza non più

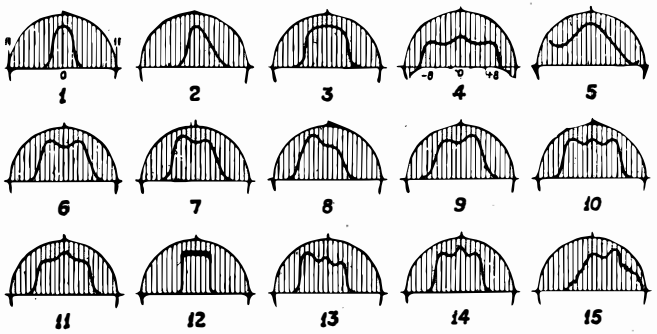


Fig. 263. - Curve di risonanza di stadio a media frequenza come appaiono sullo schermo oscillografico.

un segnale fisso, ma una gamma di frequenze, e quindi vedere la curva di risonanza dello stadio sullo schermo fluorescente. Si può ottenere la curva di risonanza totale del ricevitore applicando la gamma di frequenze all'entrata del ricevitore, mentre l'oscillografo può venir collegato alla resistenza di carico del diodo rivelatore dell'apparecchio. La fig. 263 indica alcune curve di risonanza come si possono vedere sullo schermo. Solo in tal modo è possibile constatare se la curva è regolare in entrambi i lati, o se vi è una piccola differenza da un lato, e solo con l'oscillografo è possibile effettuare allineamenti e tarature praticamente perfette. In pratica l'oscillografo serve per il confronto di molti ricevitori, nelle fabbriche. In tal caso la curva di riso-

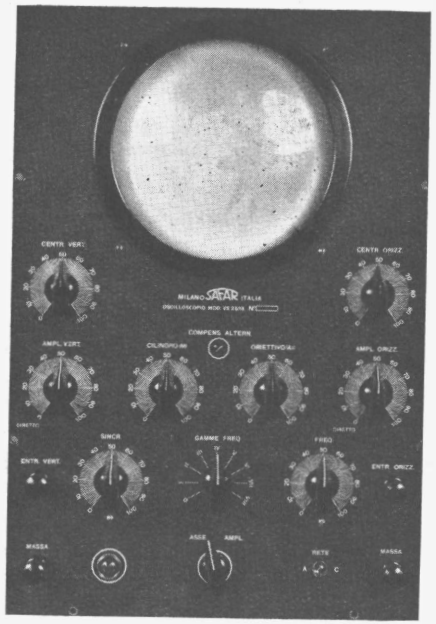


Fig. 264. - Oscillografo con schermo grande, nel quale sono utilizzate sette valvole. (Safar, mod. OVS 2,5/18 C) (v. figg. 265 e 268).

nanza media è tracciata sullo schermo. Al controllo, viene osservata la curva di ciascun apparecchio e quindi viene provveduto all'allineamento o alle correzioni necessarie per ottenere che la curva di risonanza di tutti i ricevitori corrisponda a quella stabilita.

121. Uso dell'oscillografo per la messa a punto di amplificatori a bassa frequenza.

Molto più semplice è la messa a punto degli amplificatori a bassa frequenza mediante l'oscillografo. In questo caso non è necessaria una gamma di frequenze ma basta una ten-

sione di forma sinoidale, da applicare all'entrata. Vista la forma d'onda prima dell'amplificazione, e controllata dopo l'amplificazione, risulta facile notare le variazioni determinate nella curva stessa. La messa a punto consiste nel fare in modo che la forma d'onda all'uscita corrisponda quanto più è possibile alla forma d'onda all'entrata. Se la forma d'onda all'uscita risulta smussata è evidente che la tensione di pola-

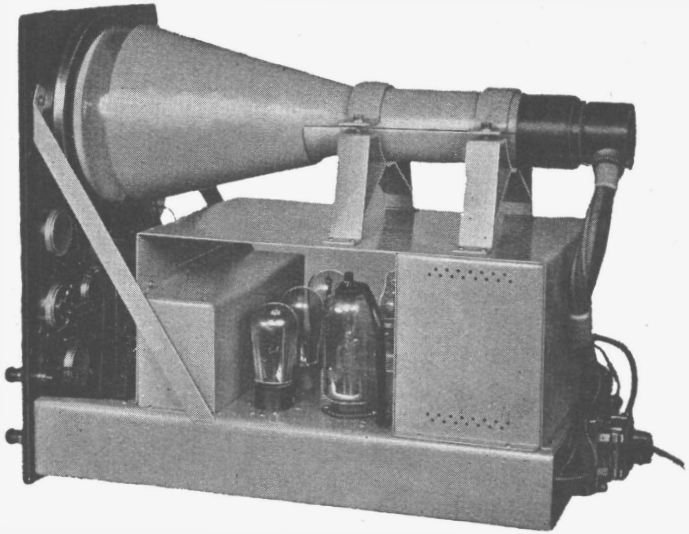


Fig. 265. - Interno dell'oscillografo di fig. 264.

rizzazione non è corretta. Se la smussatura è presente nella parte superiore, essa è dovuta a polarizzazione insufficiente; se è presente nella parte inferiore, la polarizzazione è eccessiva. Se la smussatura è praticamente simmetrica dalle due parti, non è la polarizzazione ma è il segnale che è eccessivo. Tensioni d'innesto a frequenza elevata determinano una frastagliatura molto fine della forma d'onda. Se vi è traccia eccessiva della tensione della rete, o della seconda armonica, essa risulta presente, con una seconda onda.

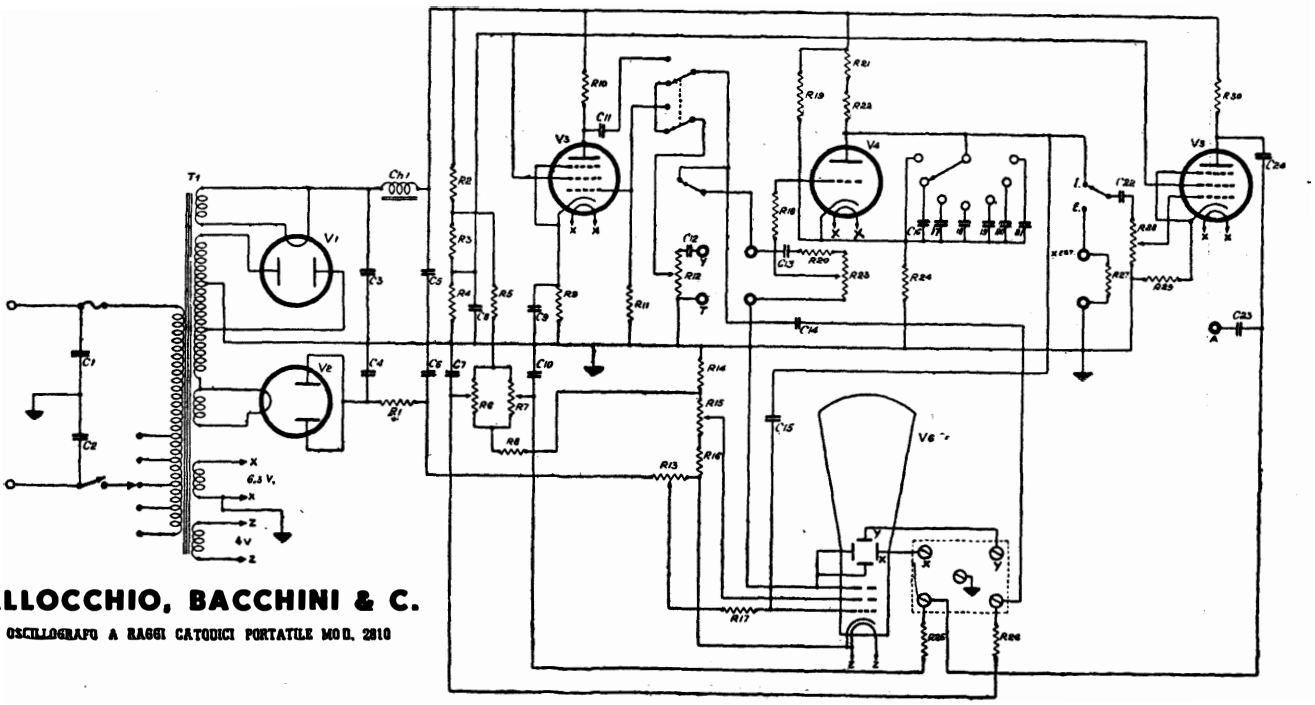


Fig. 265. - Schema dell'oscillografo a raggi catodici Allocchio, Bacchini e Co. mod. 2810.

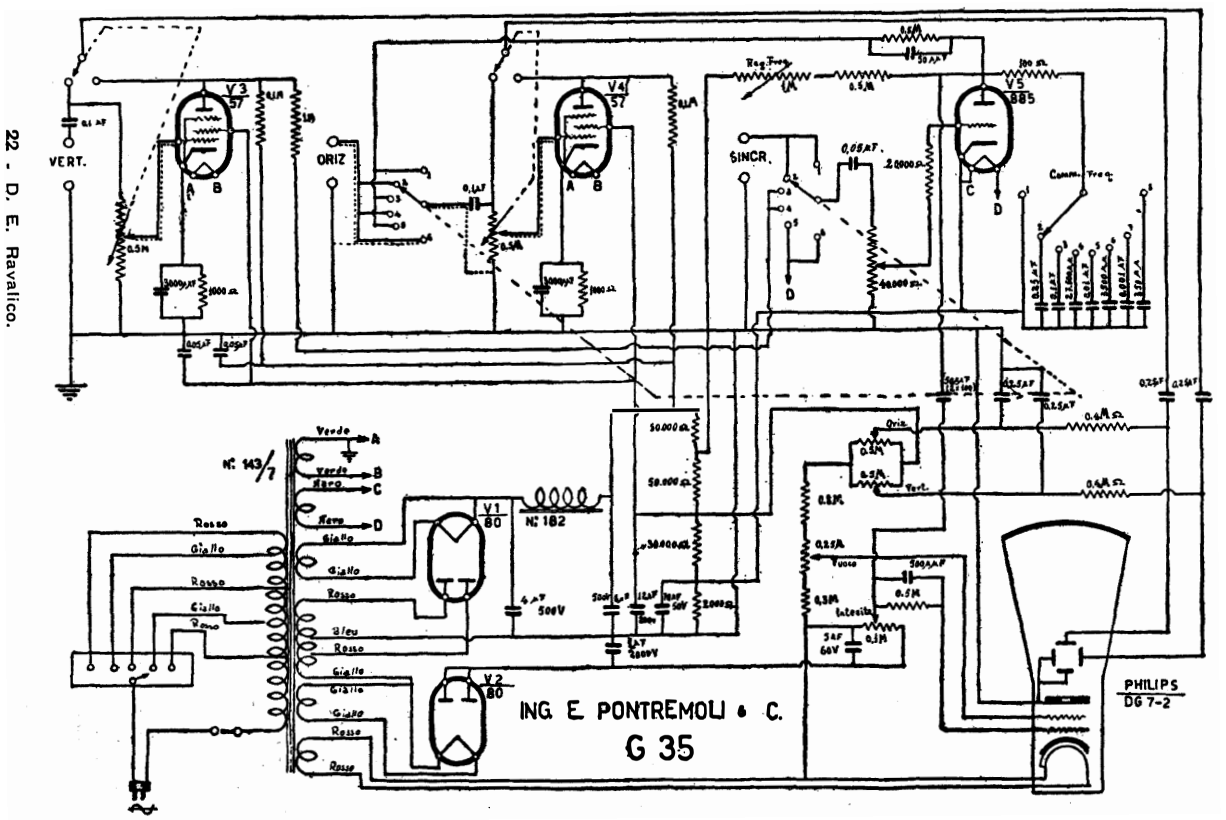


Fig. 266. - Schema dell'oscillografo a raggi catodici Ing. Pontremoli mod. G 35.

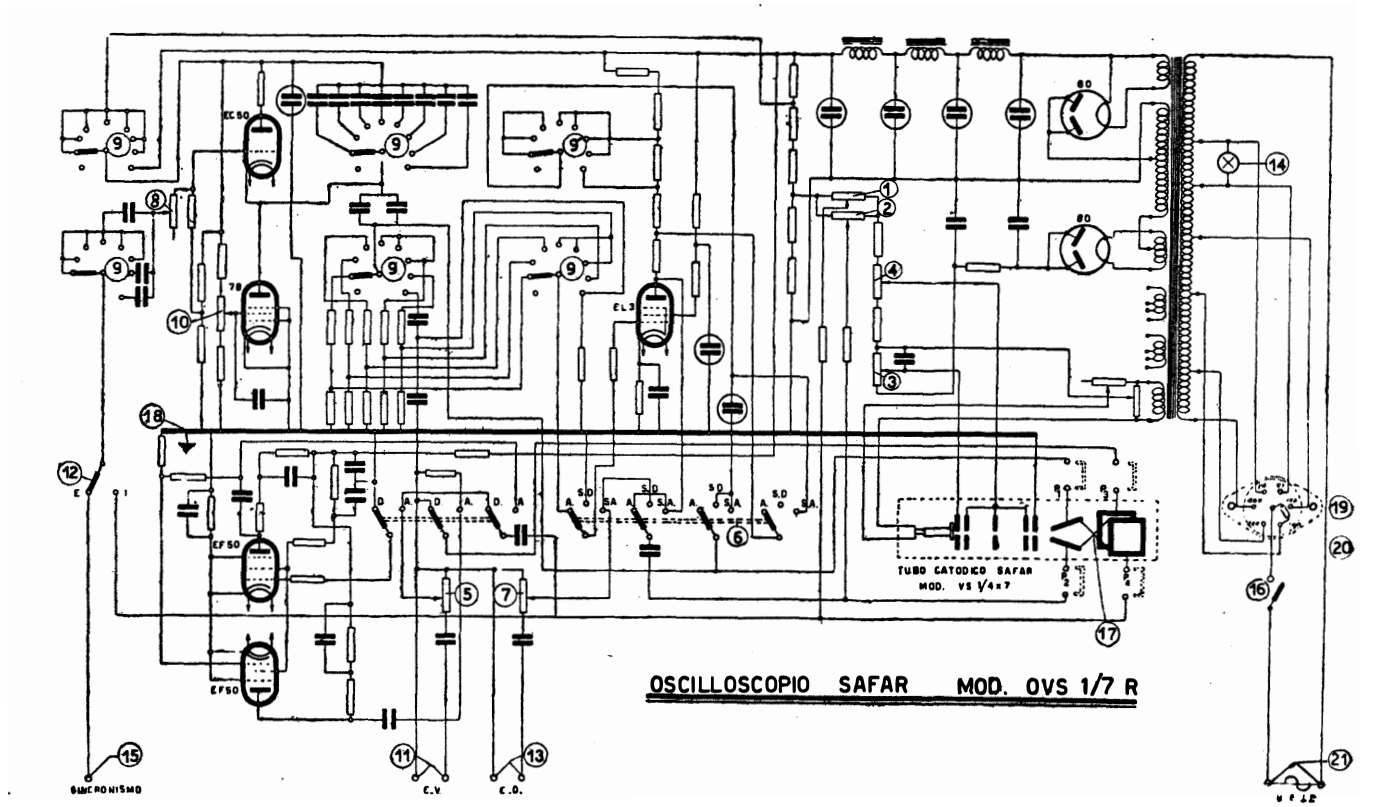


Fig. 267. - Schema dell'oscillografo a raggi catodici Safar mod. OVS 1/7 R

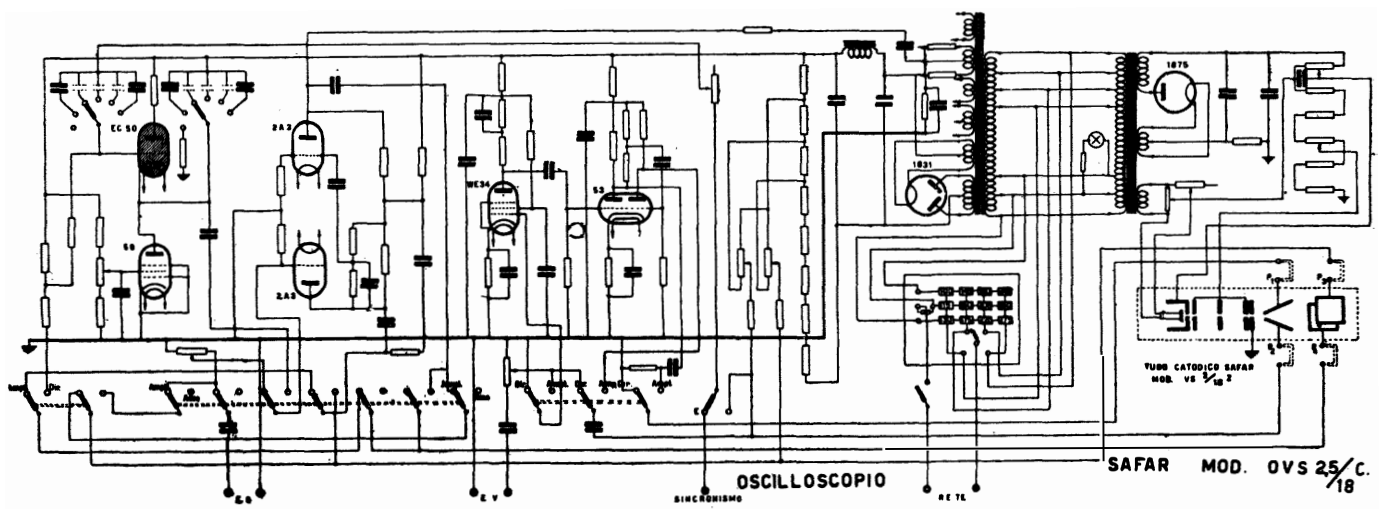


Fig. 268. - Schema dell'oscillografo a raggi catodici Safar mod. OVS 2,5/18 C.

INDICE ALFABETICO

A

A, 3.
Accoppiamento elettronico, 271, 290.
Adattatori, 165, 168, 170.
Allineamento dei circuiti, 243.
— dei circuiti con l'oscillografo, 332.
Allocchio, Bacchini e Co., modello 1633, 290.
— — mod. 1658, 314.
— — mod. 1871, 190.
— — mod. 1872, 238.
— — mod. 2157, 60.
Amplificatori a bassa frequenza (messa a punto), 334.
Amplificatore Y, 323.
— X, 323.
— verticale, 323.
— orizzontale, 323.
Ampolla di visione, 320.
Ampere, 3, 18.
Amperometro, 3.
Ampiezza dei segnali, 244.
Analisi a caldo, 157.
— a freddo, 157.
— da punto a punto, 162.
— delle tensioni, 133.
— di radioricevitori, 133, 154, 164, 176, 180.
Analizzatore, 164, 166, 171, 173, 189, 192.
— Allocchio Bacchini e Co, mod. 1871, 190.
— a commutatore, 171.
Analizzatore a punto libero, 171, 173.
— di condensatori, 83.
— G. G. Universal mod. 172, 81.
— Weston mod. 698, 192.
— Weston mod. 772, 76.
Apparecchio (analisi dell'), 133, 154, 164, 176, 180.
Armoniche, 264.
Attenuatore, 266.
— a impedenza costante, 270.
— schermato, 268.
Attenuazione dei segnali, 266.
Automodulazione, 261, 263.
Avvolgimento di campo, 140, 144.
Azzerare, 24, 25, 85.

B

Base dei tempi, 329.
Battimenti, 302.
Bobina mobile (Strumenti a), 64.
— — (Resistenza della), 15, 27, 30.
Bobine (Resistenza delle), 154, 160.

C

C. a. v. (Misure di tensione del), 116.
Calcolo della resistenza sconosciuta, 20.
— del divisore di tensione, 146.
Capacimetri, 83.

Capacimetri a lettura diretta, 106.
— — indiretta, 87.
— a ponte, 106.
— a reattanza, 84.
— in parallelo, 87.
— in serie, 87.
— per condensatori elettrolitici, 93, 102, 106.
— per condensatori di piccola capacità, 297.
— (Taratura dei), 91, 107.
Capacità (Misure di), 73, 83, 102, 106, 297.
Categorie di voltmetri, 6.
Cattivi contatti, 16, 155.
Centro scala, 23.
Circuito Hartley, 246.
Comandi di spostamento, 330.
— di amplificazione, 330.
Comando di frequenza, 330.
— di luminosità, 330.
— di messa a fuoco, 330.
— di sincronismo, 330.
Commutatori, 188.
— a tamburo rotante, 276.
— bipolari, 188.
— rotanti, 13, 17.
Condensatore serbatoio, 137.
Condensatori (Reattanza dei), 84.
— elettrolitici, 137, 162.
— — (Capacimetri per), 93, 102, 106.
— — (Ponti di capacità per) 106.
— livellatori, 137.
Conduttanza mutua, 213, 215.
— — (Provavalvole a), 222.
Continuità (Controllo di), 154, 155, 156.
Controllo catodi, 223.
— dei condensatori, 83, 156.
— dei cortocircuiti, 205.
— dei cortocircuiti nelle valvole, 199, 205.
— dei radioricevitori, 133, 159.
— dei vuoti, 221, 223, 225.
— delle bobine, 155.
Controllo delle resistenze, 156, 157.
— delle resistenze di contatto, 155.
— delle tensioni, 133.
— delle valvole, 194.
Corrente (Misura di), 3.
— (Unità di misura della), 3.
— alternata, 64, 68.
— catodica, 144.
— continua, 3, 18.
— — pulsante, 65.
— di saturazione, 227.
Cristallo rivelatore, 312.
Curve di risonanza, 333.
— di taratura, 96, 161, 280, 333.

D

Decadi (Scatola di), 105.
— di capacità, 102.
Decibel, 318.
Denti di sega, 321.
Differenza di potenziale, 3.
Diodi (Prova dei), 220.
Disposizione degli elettrodi, 181.
Divisore di tensione, 19, 146, 153.

E

Effetto della mano, 264.
Elemento rettificatore, 65.
Elettrodi (Tensioni agli), 135, 181.
Emissione (Provavalvole a), 211.
Eptodi, 168, 258,
Errori di lettura, 8, 12, 16, 25.
Esame delle resistenze, 157.
— di forma d'onda, 328.
Esaurimento delle valvole, 213.
Estensione di portate amperometriche, 15.
— — ohmmetriche, 31.
— — voltmetriche, 12, 14.

F

Ferro mobile (Strumenti a), 64.
Figure di Lissajou, 327.

Fondamentale, 264.
Fondo scala, 24.
Frequenza armonica, 265.
— dei segnali, 244.
— fondamentale, 265.
— fonica, 47.
— (Oscillatori a), 47, 302.
— principale, 265.

G

Generatori a battimenti, 302.
— di frequenza fonica, 42, 304.
— di oscillazioni di rilassamento, 323.
— di segnali, 257, 258, 260, 271.
— — (Esempi di), 271.
— — (Principio dei), 245.
— — (Taratura dei), 277.
— — ad automodulazione, 261.
— — ad una valvola, 263.
— — a tre valvole, 271.
— — Allocchio, Bacchini e Co., mod. 1633, 290.
— — General Radio mod. 684A, 299.
— — G. G. Universal mod. 972, 282.
— — R. C. A. mod. 97C, 295.
— — R. C. A. mod. 153, 299.
— di tensioni a denti di sega, 323.
Guadagno del ricevitore (Misura del), 306.

H

Hartley, 246, 299.

I

Indicatore ottico d'uscita, 309.
Indicatori al neon, 308.
— a zona oscura, 310.
— d'uscita, 308.
— R. C. A. mod. 121 A, 300.
Indice (Movimento), 24, 28, 86.
— a destra, 28.
— a sinistra, 24, 28.
Inseritori di portata, 185.
Interruzioni (Ricerca delle), 154.
Inversori di polarità, 185.

L

Lampada al neon, 308.
Legge di Ohm, 4, 18.
Livellatori, 137.

M

mA, 3.
MΩ, 18.
Megaohm, 18.
Messa a zero dei capacimetri, 85.
— — degli ohmmetri, 24, 25, 26.
Mho, 215.
Microamperometro, 63.
Micromho, 215.
Mille ohm per volt, 8.
Milliampere, 3.
Milliamperometro, 3.
— (Estensione di portata), 15.
— (Resistenza interna), 15, 27, 30.
— con raddrizzatore, 66.
— indicatore d'uscita, 310.
— per c. c. e c. a., 70.
Misura del guadagno, 306.
— della potenza d'uscita, 306.
— delle capacità, 73, 83, 102, 106, 297.
— delle resistenze, 18.
— di tensione, 1.
— — agli elettrodi, 135.
— — anodica, 141.
— — c. a. v., 116.
— — di griglia controllo, 116.
— — di griglia schermo, 43.
Misure con il voltmetro a valvola, 116.
— di corrente, 1, 16, 54, 79, 167.
— di tensione a radiofrequenza, 118, 129.

Misure di tensioni e correnti alternate, 64.
— di tensioni e correnti continue, 3.
— di condensatori, 79, 83, 102, 106, 297.
— — con il ponte, 97, 106.
Misuratore d'uscita, 79, 306.
— — a cristallo, 312.
— — con raddrizzatore a valvola, 313.
— — Allocchio, Bacchini e Co., mod. 1658, 314.
— — Weston mod. 695, 318.
— — Weston mod. 571, 315.
— universale Triplett, 75.
— — Weston, 76.
— — G. G. mod. 172, 81.
Misuratori universali, 54, 74, 76.
Modulatore ad audiofrequenza, 250.
Modulazione, 253.
— (percentuale di), 256.
— di frequenza, 333.

N

Neon (Indicatore d'uscita al), 308.

O

Ohm, 18.
— (Legge di), 4, 18.
— per volt, 6, 8, 18.
Ohmmetro, 23.
— (Riduzione di portata), 31.
— (Taratura dell'), 30.
— (Errori di lettura con l'), 25.
— a due portate, 34, 35.
— a tre portate, 40, 51.
— alimentato in alternata, 52.
— in parallelo, 27, 31.
— in serie, 28, 31.
— in serie per resistenze di alto valore, 51.
— in serie per resistenze di altissimo valore, 52.
Ohmmetro in serie per resistenze di basso valore, 24, 27, 49.
— in serie per resistenze di medio valore, 50.
— Weston mod. 654, 37.
Oscillatore modulato, 263, 271, 282.
— — (Taratura dell'), 277.
— — Allocchio, Bacchini e Co. mod. 1633, 290.
— — C. G. E. mod. 906, 288.
— — G. G. Universal mod. 972, 290.
— — General Radio mod. 684A, 299.
— — Mial mod. 540A, 286.
— — Pontremoli mod. E. P. 1, 282.
— — Pontremoli mod. E. P. 202, 282.
— — RCA mod. 97C, 295.
— — RCA mod. 153, 299.
— — Siemens mod. 107.608, 294.
Oscillatori a battimenti, 302.
— a frequenza fonica, 47.
Oscillazioni a radiofrequenza, 245.
— di rilassamento, 323.
Oscillografi Allocchio, Bacchini e C. mod. 2810, 336.
— Pontremoli mod. G. 35, 337.
— Safar O. V. S. mod. 1/7 R, 338.
— Safar O. V. S. mod. 25/18 C, 334, 335.
Oscillografo a raggi catodici, 320, 322.
Oscilloscopi a raggi catodici, 322.
Ossido (Raddrizzatori ad), 65.
— di rame, 65.
Ottodi, 168, 258.
Output meter, 306.

P

Pendenza, 215.
Pentodo rivelatore, 152.
Percentuale di esaurimento, 213
— di modulazione, 256.
Placchette deviatrici, 321.
— orizzontali, 321.
— verticali, 321.
Polarità (Inversori di), 185.
Ponte di misura ,42, 96, 110.
— — (Oscillatore per), 47.
— — per capacità, 97.
— — per resistenze, 42, 110.
— di capacità per condensatori elettrolitici, 107.
Portata dei voltmetri, 12.
— (Inseritori di), 185.
Potenza d'uscita, 306.
— — in decibel, 318.
Potenziometro per ponti di misura, 100.
Prese d'innesto, 168, 170.
Produzione di armoniche, 264.
Prova dei condensatori, 83.
— dei cortocircuiti, 199, 205.
— dei diodi, 220.
— del vuoto, 221, 223, 225.
— della conduttanza mutua, 213.
— dell'emissione, 211.
— delle bobine, 155.
— delle resistenze, 156.
— delle valvole, 219.
Provavalvole, 194, 216, 230.
— a lettura diretta, 197.
— a conduttanza mutua, 222.
— a emissione, 196, 197.
— a rapporto bilanciato, 203.
— con raddrizzatore, 226.
— Allocchio, Bacchini e Co. mod. 1872, 238.
— G. B. mod. 31, 240.
— Weston mod. 674, 230.
— — mod. 681, 233.
— — mod. 682, 233.
Provavalvole Weston mod. 770, 233.
— — mod. 773, 234.
Punto a punto (Analisi a), 171, 173.
— fermo (Analisi con), 163.
— luminoso, 320.
— mobile, 163.

Q

Quadrante per generatori di segnali, 277.
— per ponti di capacità, 101, 108.
— per strumenti multipli, 23, 60, 75.

R

Raddrizzatori ad ossido, 65.
— a valvola, 313.
Radiatori, 65.
Rapporto di moltiplicazione, 15.
Reattanza (Capacimetri a), 84.
— del condensatori, 85.
Resa d'uscita, 306.
Resistenza catodica, 141, 144.
— della bobina mobile, 15, 27, 30.
— delle bobine, 154.
— di polarizzazione, 144, 148, 179.
— equivalente, 196.
— in parallelo ai milliamperometri, 16.
— in serie ai voltmetri, 3.
— interna dei milliamperometri, 15.
— — dei voltmetri, 8.
— limitatrice, 200.
— sconosciuta, 20.
Resistenze (Esame delle), 157.
— (Misura delle), 18.
— addizionali, 68.
— di alto valore, 51.
— di basso valore, 24, 27, 59.

Resistenze di contatto, 155.
— di medio valore, 50.
— in parallelo, 159.
— moltiplicatrici, 16.
Rettificatori, 65.
Ricerca cortocircuiti nelle valvole, 199, 205.
— interruzioni, 154.
Riduzione di portata degli ohmmetri, 31.
Rivelatrice (Valvola), 152.
Rivelazione di griglia, 312.
— di placca, 312.

S

Scala (Destra della), 24.
— (Sinistra della), 24, 28.
— degli ohmmetri, 23.
— di voltmetri, 5.
— per volt-ohm-milliamperometri, 60.
Schermo fluorescente, 320.
Segnale d'uscita (Misura del), 306.
Segnali (Ampiezza dei), 244.
— (Attenuazione dei), 266.
— (Frequenza), 245.
— (Generatori di), 243, 258, 261 263, 271.
Separatori, 65.
Serbatoio (Condensatore), 137.
Strumenti a bobina mobile, 64.
— a ferro mobile, 64.
— analizzatori, 164.
— con raddrizzatore, 64, 66.
— multipli, 54, 56, 75.
— per misure di correnti, 3.
— per misure di tensioni e resistenze, 54.
— per misure di tensioni e correnti alternate, 64.
— per misure di tensioni e correnti continue, 16.
— provavalvole, 194, 216, 230.

T

Tabella analisi ricevitori, 176.
Tamburo rotante, 276.
Taratura con le armoniche, 279.
— (Curva di), 96, 161, 278, 280.
— di capacimetri, 91, 107.
— di generatori di segnali, 277.
— di ohmmetri, 30.
Tensione, 3, 18.
— (Controllo della), 133.
— (Divisore di), 19, 146.
— (Misura della), 3.
— (Unità di misura della), 3.
— agli elettrodi, 135.
— alternata, 64.
— anodica, 141.
— anormale, 147.
— a radiofrequenza, 118, 129.
— ai condensatori livellatori, 137.
— catodica, 141, 144.
— del segnale d'uscita, 306.
— di griglia controllo, 144.
— di griglia schermo, 150.
— di placca, 218.
— di polarizzazione, 102, 144, 147.
— iniziale, 139.
— negativa di griglia, 144, 147, 149.
— pulsante, 65.
Tensioni a denti di sega, 321.
Tester, 164, 170.
Tiratron, 323.
Triodi a gas, 323.
Triplett mod. 1200, 75.
Tubo a raggi catodici, 320, 324.
— di Braun, 320.
— catodico, 320.

U

Unità di misura, 3, 18.
— — della conduttanza mutua, 215.

Unità di misura di corrente, 3.
— — di resistenze, 18.
— — di tensione, 3.

V

V, 3.
Valore delle bobine in radioricevitore, 160.
— delle resistenze in radioricevitore, 160.
— efficace, 66.
— massimo, 66.
— medio, 66.
— ohm per volt, 6, 8, 18.
Valvola raddrizzatrice, 52, 219.
Valvole (Prova delle), 194, 216, 230.
— americane, 181.
— con doppio diodo (Prova delle), 220.
— esaurite, 223.
— metalliche (Prova delle), 169.
— rivelatrici, 152, 257.
Volt, 3.
Voltmetro, 3.
— a bassa resistenza, 8.
— a valvola, 116, 308.
— — alimentato in alternata, 124.
— — con ritorno a zero, 120, 123.
— — con zero falso, 122.
— — General Radio, 128.
— ad alta resistenza, 8.
— ad altissima resistenza, 8.
— c. a. per la misura d'uscita, 306.
— elettronico, 116.
— per analisi dei ricevitori, 133, 135.
Voltmetri a più portate, 12.
— (Categorie di), 6.
Voltmetri per correnti alternate, 306.
— per misure di capacità, 86.
— per misure di resistenza, 18.
— per misure del segnale d'uscita, 306.
Volt-milliamperometro a più portate, 17.
— per c. c. e c. a., 73.
Volt-ohmmetro, 54, 56, 173.
— Weston mod. 654, 37.
Volt-ohm-milliamperometro, 57, 59, 74.
— Allocchio, Bacchini e Co. mod. 2157, 60.
— Weston mod. 663, 63.
— per c. c. e c. a., 73.
Vuoto (Controllo del), 221, 223, 225.

W

Weston mod. 301, 16, 73.
— mod. 571, 315.
— mod. 654, 37.
— mod. 674, 230.
— mod. 681, 233.
— mod. 682, 233.
— mod. 663, 63.
— mod. 698, 142.
— mod. 695, 318.
— mod. 770, 233.
— mod. 772, 76.
— mod. 773, 234.

Z

Zero a destra, 28.
— a sinistra, 28.
— falso, 122.
— (Messa a), 24, 25, 85.
— (Ritorno a), 120, 122.
Zoccolo octal, 227.

D. E. RAVALICO

IL RADIO LIBRO

DAI PRIMI ELEMENTI DI RADIOTECNICA AI PIÙ RECENTI APPARECCHI RADIO

QUINTA EDIZIONE RIFATTA

GUIDA ENCICLOPEDICA PER IL RADIOTECNICO

300 schemi completi di recenti apparecchi radio

Dati tecnici aggiornati di tutte le valvole radio attualmente in uso

EDITORE – ULRICO HOEPLI – MILANO – 1940-XVIII

Volume in-16 gr., di pag. XX-570 con 485 figure . . . . Lire 25

Il libro che descrive i più recenti perfezionamenti apportati ai radio-ricevitori

D. E. RAVALICO

LA MODERNA SUPERETERODINA

DAI RECENTI PROGRESSI AI NUOVI APPARECCHI RADIO

QUARTA EDIZIONE AGGIORNATISSIMA E COMPLETAMENTE RIFATTA

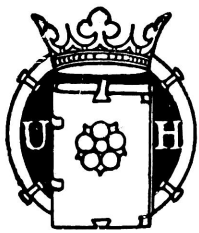
155 figure - 25 circuiti
11 tabelle

EDITORE — ULRICO HOEPLI — MILANO — 1941-XIX

Volume in-16 gr., di pagine XII-260 . . . . netto Lire 20

Finito di stampare
il 3 Aprile 1941-XIX
con i tipi delle
Industrie Grafiche Italiane Stucchi
Via Marcona, 50 - Milano

36,00



netto Lire 22,—